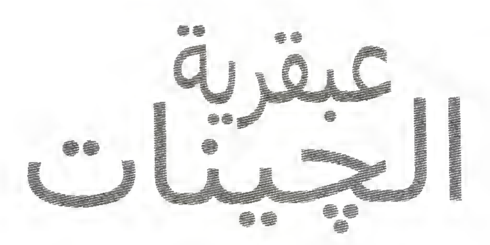
عبقرية الچينات

المسـتكـشـفون الميكروسكـوبيـون



التعرف على القدرات المذهلة
للچينات وعلى آخر تطورات
علم الچينات الحديث



المستكشفون الميكروسكوبيون

التعرف على القدرات المذهلة
للچينات وعلى آخر تطورات
علم الچينات الحديث



تأليف نوربرت لاندا وپاتريك باورل

ترجمة د. زينب شحاتة

دار الشروق

مرحبــــا بكـــــم فى رحلـ



هل منا من لم يجرح جلده من قبل؟ بالطبع لا. فكل واحد منا له خبراته مع الجروح. فالجرح يؤلمنا ويسيل منه الدم لفترة قصيرة ثم يتوقف بعدها ويتجلط ليكون قشرة، وبذلك فالدم هو الذى يضمد الجرح. وهذه هى إحدى الخواص العجيبة للدم : إنه يتحول من سائل إلى كتلة جامدة فى الوقت المناسب والمكان المناسب.

ولسوء الحظ أن هناك بعض الناس ممن لا تتجلط دماؤهم . فهؤلاء هم المصابون بمرض سيولة الدم أو ..... الهيموفيليا (Hemophilia).

فما الفرق إذن بين دم المريض بسيولة الدم ودم الإنسان السليم؟ إنه من الواضح أن مرضى الهيموفيليا ينقصهم شيء مهم، هو بروتين يتحكم فى عملية تجلط الدم. والسبب فى اختفاء هذا البروتين هو حدوث تغيرات بسيطة جدّا فى أحد الجينات.

فالجينات هى التى تأمر خلايا الجسم بنوع الجين الذى يجب صنعه . والجينات خيوط صغيرة ورفيعة جدا موجودة فى جميع خلايا الجسم. والجينات السليمة تأمر الخلايا بأن تصنع بروتينات معينة تساعد فى عملية تجلط الدم فى أوقات معينة. وتطيع الخلايا الأوامر. ولكن الجينات غير السليمة (المعطوبة) لا تفعل ذلك. ولهذا فإن علماء الوراثة يبحثون دائما عن طرق تساعد على الشفاء من مرض سيولة الدم والأمراض الأخرى التى تسببها الجينات غير السليمة.

هيا بنا نلقى نظرة على عالم الجينات الغريب . فالجينات إحدى معجزات الخلق العظيم التى حيرت وما زالت تحير العلماء . فلقد أودع الله سبحانه وتعالى فى الجينات قدرات وأسرارا تجعلها المسئولة عن تحديد مظاهر الحياة .
فالجينات تحتوى على جميع المعلومات والخطط الوراثية اللازمة لتكوين جميع الكائنات الحية . و لكى نزور عالم الجينات فإن ذلك يتطلب أن ننكمش أولا بواسطة كبسولة الانكماش الميكروسكوبية. وحينئذ سوف نتقابل وجها لوجه مع الدم ومحتوياته لنرى كيف يتحول من سائل إلى كتلة جامدة. كما أننا بعد أن ننكمش إلى أحجام أصغر سوف نستطيع أن نرى الجينات وهى تعمل.

لقد اكتشف العلماء أن الجينات الموجودة فى جميع الكائنات الحية (مثل البشر والكلاب والجزر وحتى البكتريا) ، تتبع

ـتنـــا



الأسلوب نفسه فى أدائها لوظائفها . ولهذا فإن خبراء الچينات يستطيعون أن يقصوا الچينات من كائنات حية (مثل الحيوانات والنباتات) ويلصقوها بكائنات حية أخرى (مثل البكتريا) . فهل تصدق أنهم يتعاملون مع أشياء يقل طولها عن واحد على المليون من المتر، فيستطيعون مثلاً لصق چينات من الإنسان بالبكتريا أو نبات التبغ مثلاً حتى تنتج أدوية لعلاج المرضى ؟

وخلال رحلتنا الاستكشافية هذه سوف نتعلم كيف يستطيع العلماء أن يقوموا بتلك الأعمال ، بل سنعرف أوجه التشابه بين عملية نقل الچينات فى المعامل وعملية تهجين الحيوانات والنباتات. والأهم من ذلك فسوف نعرف الكثير عن الخواص الفريدة التى تتصف بها الچينات فى الإنسان، ولماذا يملك كل واحد منا البصمات الوراثية الخاصة به وحده والتى يمكن استخدامها فى حل الجرائم المحيرة والأسرار التاريخية.

ويسعدنى أن أكون مرشدكم فى هذه الرحلة . وبالطبع لا تترددوا أبدًا فى سؤالى عن أى شىء يحيركم خلال رحلتنا الاستكشافية هذه.

فهيـــا (ننكمشـــشــش) !

آآآآه !!

الجرح في الجلد يؤلم مهما كان صغيراً. ولا نملك وقتها إلا أن نقول آآآآه . ومع ذلك فإن الألم له وظيفة مهمة جدا، فهو الطريقة التي يستخدمها الجسم ليحذرنا من الخطر ويأمرنا أن نحافظ على مكونات الجسم وبالذات الدم. فنحن لا نستغنى عن الدم أبدًا لأنه يؤدى وظائف عديدة ومهمة للغاية.

ويتكون الدم من عدة مكونات. ونرى هنا أحدها وهو خلايا الدم الحمراء التي يوجد منها في جسم كل واحد منا أعدادًا هائلة تفوق أعداد البشر على كوكبنا . فهذه الخلايا الحمراء تحمل الأكسجين من الرئة وتنقله إلى جميع خلايا الجسم.

أما هذه الأشياء الباهتة، فهي خلايا الدم البيضاء. وتتخصص هذه الخلايا في تدمير الدخلاء الغرباء مثل البكتريا التي تغزو أجسامنا لتستعمرها .



أما هذه الأشياء غريبة الشكل فهى الصفائح الدموية المسئولة عن تجلط الدم، و يوجد منها الملايين فى كل نقطة دم . وتسبح هذه الصفائح مع المكونات الأخرى بصفة مستمرة فى الجزء السائل من الدم والذى يسمى بالبلازما. ويعتبر الدم عضواً سائلاً لا تقل أهميته عن أهمية الأعضاء الأخرى مثل القلب والرئة.

ولماذا يوجد الدم فى الحالة السائلة ، يا أستاذنا؟

كما تعلمون أنه من الممكن أن نضخ السوائل ، ولكننا لا نستطيع أن نضخ الأشياء الجامدة. فإحدى وظائف الدم هى نقل المواد الغذائية والغازات إلى جميع خلايا الجسم ويستلزم هذا أن يضخ القلب الدم فى شبكة من الأوعية الدموية التى تصل إلى كل بقعة من الجسم. وفى حالة إصابة أحد هذه الأوعية، فإن الدم يتسرب إلى الخارج، ويعد هذا خطراً على الجسم. وفى مثل هذه الحالات يجب أن يتحول الدم بسرعة إلى مادة جامدة ، حتى يتوقف النزيف فى موقع الإصابة.

وما الذى يجعل الدم يتحول إلى الحالة الجامدة؟

إنها الصفائح الدموية التى تقوم بثلاثة أشياء مهمة.
أولاً : تلتصق بموقع النزيف فى الوعاء الدموى وتحاول أن تسد الثغرة بعض الشيء . ثانيًا : ترسل موادّ كيميائية تسبب انقباض الأوعية الدموية حتى تضيق، وينساب الدم ببطء. ثالثاً : تتعاون الصفائح مع ألياف من البروتينات تسمى الفيبرين (Fibrin) لتكوين شبكة متماسكة ومتينة لتسد بها الثغرة حتى يقف النزيف تمامًا. ولكن من أين تأتى بروتينات الفيبرين هذه؟



ألياف الفيبرين

من الصعب على الجسم أن يعرف مُسبقًا موقع وتوقيت النزيف حتى يتم إيقافه بسرعة. ولهذا فعلى الدم أن يحمل معه دائمًا المواد التى تستطيع تكوين ألياف لزجة لتجعل الدم يتجلط فى حالات الطوارئ. وتوجد مثل هذه المواد فى الدم وتسمى الفيبرينوچين (Fibrinogen) أو منتجى الفيبرين. وعند حدوث الجرح، فإن الجسم يرسل رسائل ليأمر (دستة) من البروتينات المختلفة بالقيام بالعمل المهم، وهو تكوين ألياف الفيبرين. وسرعان ما تحضر هذه الألياف الطويلة واللزجة إلى الموقع المناسب لتسد الثغرة.

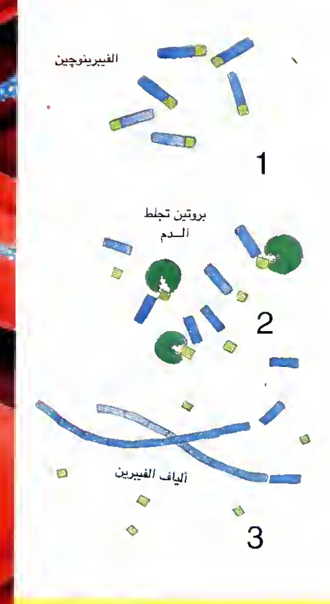
وإذا تخلف واحد من هذه البروتينات، أو فشل فى أداء عمله كما يجب، فإن ألياف الفيبرين لا تتكون. وبالتالى لا تسد الثغرة ويستمر النزيف. وهذا ما يحدث بالضبط لمرضى سيولة الدم أو الهيموفيليا.

هل من الممكن أن يتوفى مريض الهيموفيليا إذا جُرِح؟

من الممكن أن يحدث هذا فى حالة واحدة فقط : وهى عدم وجود الطبيب بالقرب منه. ويقوم الطبيب فى هذه الحالة بإعطاء المريض البروتين الناقص فى الدم والذى يتم الحصول عليه من دم المتبرعين الأصحاء. وللأسف، فإن عملية الحصول على هذا البروتين تتطلب مجهودًا كبيرًا، كما يتكلف العلاج المال الكثير.

وهل من الممكن أن يتجلط الدم فى الأوعية الدموية بدون أى جروح؟

بالطبع نعم. وإذا ما حدث ذلك، فإن الجلطة تسد الوعاء الدموى وتمنع مرور الدم. وهذا هو ما يحدث مع مرضى السكتة الدماغية. ومن حسن الحظ أن عملية تجلط الدم عملية معقدة جدا، لا تحدث بطريقة عشوائية. إنما تحدث فقط فى الموقع المناسب من الجسم وفى اللحظة المناسبة. والآن هيا بنا نتعرف على الجينات لنرى كيف توجه أوامرها إلى الخلايا فى الجسم، ولنرى مدى أهميتها لسلامة الجسم.

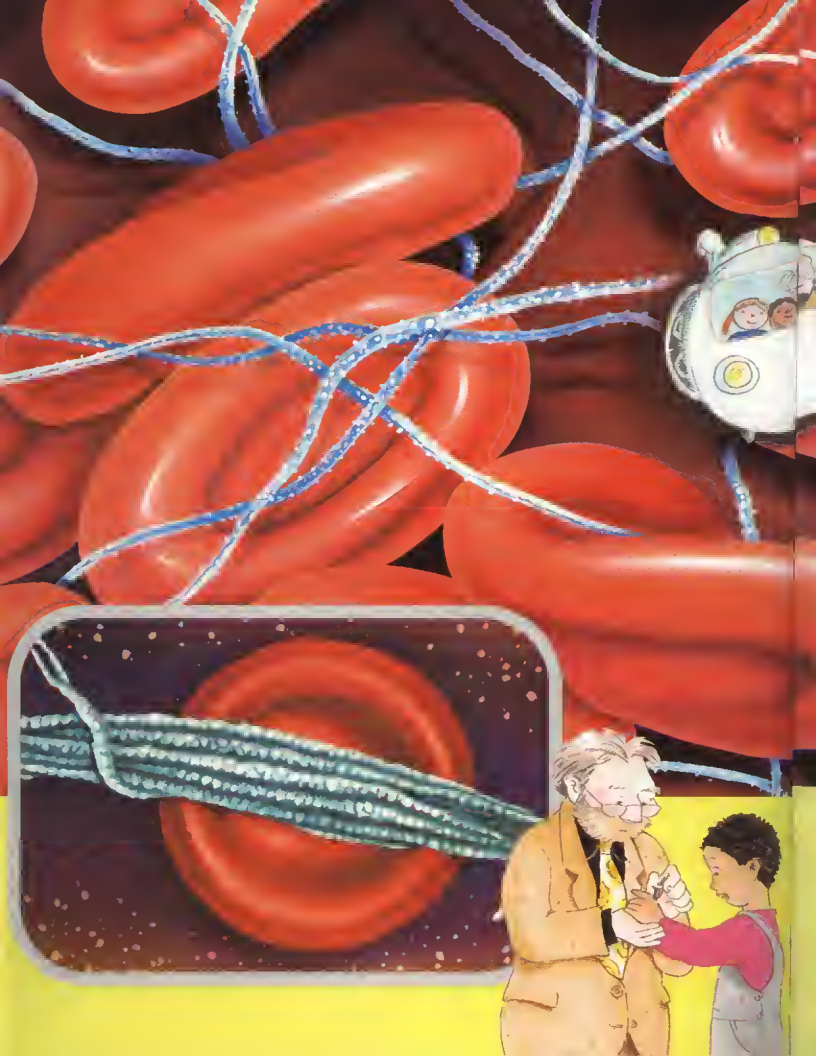


يتم تكوين ألياف الفيبرين كالآتى :

1 – يحتوى الدم السائل على بروتينات تسمى الفيبرينوچين.

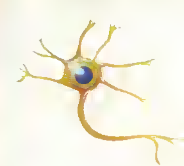
2 – تظهر البروتينات التى تتحكم فى عملية التجلط فى موقع الإصابة. ويقوم واحد منها بقطع أجزاء من بروتين الفيبرينوچين، وبهذا يحوله إلى بروتين جديد يسمى الفيبرين.

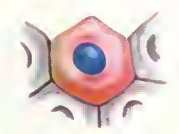
3 – تلتصق جزيئات الفيبرين مع بعضها لتكون ألياف الفيبرين اللزجة، التى تكون الجلطة الدموية.



الخلايا الذكية

تتكون أجسامنا وأجسام جميع الكائنات الحية على الأرض من خلايا حية. وهى وحدات دقيقة جدًا بحيث إننا نحتاج إلى 1000 خلية مرصوصة بعضها إلى جوار بعض لتغطى سنتيمترا واحدا. وتعتبر كل خلية حية مثل الكائن الحى الصغير. ويتجمع العديد منها لتكوين الكائنات الحية . ويحتوى جسم الإنسان على مئات الأنواع من الخلايا ذات الأشكال المختلفة والتى تؤدى وظائف مختلفة مثل خلايا الدم الحمراء والبيضاء والخلايا العصبية والعضلية وخلايا الجلد. ويوجد ملايين البلايين من الخلايا التى تكون كل جزء فى الجسم سواء أكان لينًا أم جامدًا أم صلبًا. فبعض هذه الخلايا يتحرك فى دمك وبعضها يجعلك تفكر وتشعر والبعض الآخر ينقبض حتى تستطيع أن تتحرك.


خلية عصبية


خلية جلد

وما وظائف البروتينات، يا أستاذنا؟

البروتينات مواد حيوية تقوم عليها حياة الخلية من الألف إلى الياء. فبعض البروتينات تدخل فى بناء الخلايا وأجهزتها. والبعض الآخر يقوم بدور الساعى الذى ينقل الرسائل والأخبار بين الخلايا. كما يقوم نوع من البروتينات يسمى الأنزيمات بتنشيط الآلاف من التفاعلات الكيميائية الضرورية لحياة الخلية. ويعتمد الجسم السليم على التفاعل والتفاهم المستمر بين حوالى 100 ألف نوع من البروتينات المختلفة التى توجد بكميات مناسبة فى المواقع المناسبة لتقوم بالوظائف المحددة المطلوبة منها. ومثال ذلك بروتين الفيبرين الذى يكون الألياف التى تسد الثغرات فى الأوعية الدموية عند حدوث الجروح.


خلية أمعاء

ويتكون جسم الإنسان من أعداد لا تحصى من الخلايا الحية وهى الشىء الأساسى الذى يربط بيننا وبين الكائنات الأخرى مثل أشجار التفاح والكلاب وحتى البكتريا. والبكتريا كائنات حية وحيدة الخلية لا نستطيع أن نراها بالعين المجردة لأنها متناهية فى الصغر ، بل حتى أصغر من خلايا الجسم. ويوجد منها الأنواع غير الضارة والمفيدة مثل التى تعيش على الجلد وفى الفم والأمعاء. كما أن هناك أنواعا أخرى ضارة تسبب لنا الأمراض.


خلية دم بيضاء

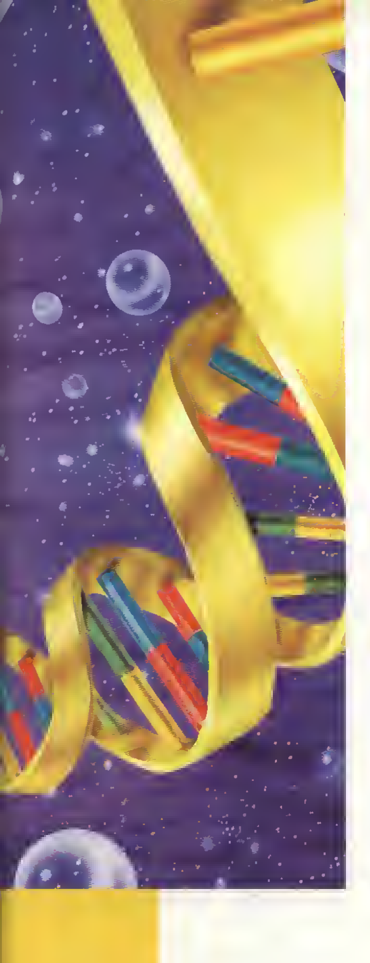
ومع أن البكتريا تتكون من خلية واحدة إلا أنها كائن حى مثلنا ، فهى تأكل وتتكاثر وتصنع البروتينات. كما أن هناك تشابها كبيرا بين الوظائف الأساسية التى تقوم بها البكتريا وتلك التى تقوم بها خلايا الجسم. ولكن الفرق يكمن فى أن خلية البكتريا تقوم بهذه الوظائف من أجل صالحها وحدها. أما خلايا الجسم فهى تتعاون بعضها مع بعض لتؤدى وظائفها من أجل صالح وسلامة الكائن الحى كله.


خلية بكتريا



وتحتوى جميع الخلايا من بكتريا وخلايا كبد وخلايا جلد وخلايا الدم البيضاء على أجزاء صغيرة جدا تسمى الريبوسومات . وهى تعمل كمصانع لإنتاج البروتينات عن طريق تجميع مواد تسمى الأحماض الأمينية فى ترتيب معين مكونة بروتينا معينا. ويتم هذا التجميع وفقا لوصفة ومعلومات مخزونة فى الچينات الموجودة فى نواة كل خلية (كما سنرى فيما بعد).

وتنتج البكتريا وكذلك خلايا جسم الإنسان بروتينات مختلفة لأن كل نوع يحتوى على چينات مختلفة. وهذه البروتينات هى التى تجعل البكتريا تبدو وتتصرف كبكتريا وتجعل الإنسان يبدو ويتصرف كإنسان. فالبكتريا مثلا لا تستطيع أن تصنع بروتين الفيبرين لأنها لا تحتوى على چين الفيبرين الموجود فى الإنسان. وفى نفس الوقت فخلايا الجسم لا تستطيع أن تصنع الإنزيم المتخصص الذى يساعد البكتريا على هضم زيوت المعادن لأنها لا تحتوى على چينات الإنزيمات الغريبة الموجودة فى البكتريا .



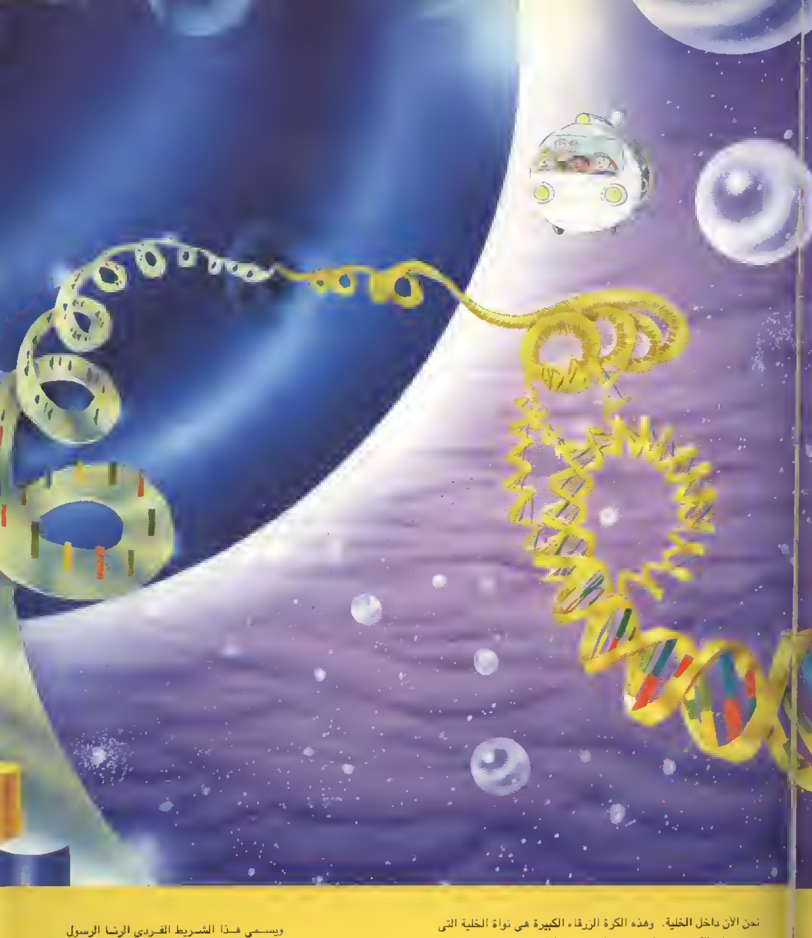
الچينات العبقرية

لا تستطيع الخلية الحية أن تعيش بدون الچينات إلا لفترة قصيرة. فالخلية تكون فى حاجة دائمة إلى التعليمات والأوامر لتعرف ماذا تفعل وأى نوع من البروتينات يجب عليها أن تصنع. وإذا توقفت عملية صنع البروتينات ولو لثوان فإن البروتينات فى الخلية سوف تستهلك وينتهى المخزون منها ، مما يؤدى إلى موت الخلية.

من الممكن تشبيه الچينات بأنها جمل مكتوبة بلغة كيميائية ، ومرصوصة بعضها إلى جوار بعض على شريط يسمى الدنا (DNA)، وهو يتكون من سلسلتين متقابلتين تلتفان بعضهما حول بعض على شكل سلم حلزوني. وهو يحتوى على جميع المعلومات الوراثية التى تحدد صفات الخلية والكائن الحى ، وللتسهيل نشير إليه باسم الشريط الوراثى. وتحتوى كل خلية فى الجسم على شريط الدنا المقسم إلى 46 قطعة تسمى الكروموسومات، وهى ملفوفة ومخزونة فى نواة الخلية. وتحتوى كل خلية فى الجسم على حوالى 100 ألف چين نطلق عليها جميعا اسم المحتوى الچينى أو الچينوم (Genome). ويحدد كل چين الطريقة التى تتبعها الخلية لتصنع بروتينا معينا. ولك أن تتخيل أن عمل خلية الكبد يختلف تماما عن عمل خلية الجلد أو خلية الدم البيضاء. والسبب فى ذلك هو أن خلية الكبد تنشط مجموعة من الچينات تختلف عن الچينات التى تنشطها خلية الجلد أو خلية الدم البيضاء. ويؤدى هذا بالطبع إلى إنتاج بروتينات مختلفة ذات وظائف مختلفة فى هذه الأنواع من الخلايا. ولكن هناك بعض الچينات المنشطة فى جميع الخلايا مثل خلايا الكبد وخلايا الجلد والبكتريا. وتسمى هذه بالچينات الشائعة لأنها تنتج بروتينات ضرورية تقوم بالوظائف الأساسية اللازمة لحياة كل خلية مثل عمليات الانقسام وتوليد الطاقة. ولذلك توجد البروتينات الشائعة فى جميع الكائنات الحية.

ومن أين تحصل الخلايا على الچينات الخاصة بها ؟

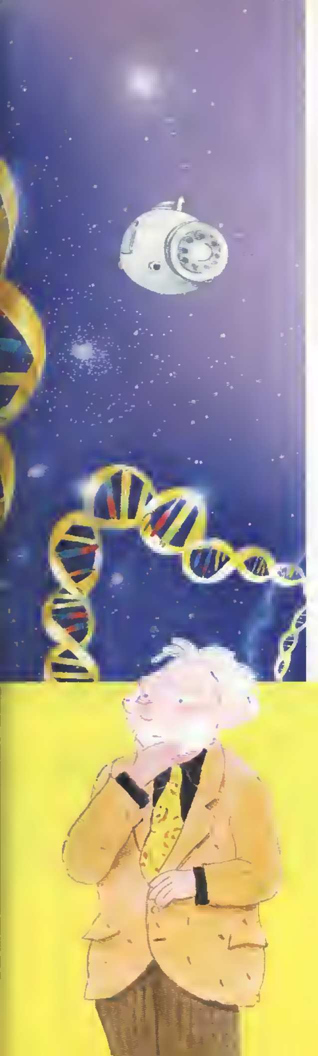
تنشأ جميع خلايا الجسم من خلية واحدة هى البويضة الملقحة والتى توجد فى رحم الأم. وتبدأ القصة بالبويضة غير الملقحة والتى تحتوى على نصف عدد الچينات التى تحتاج إليها لكى تكبر وتنمو. ويأتى النصف الآخر من الچينات من خلية الحيوان المنوى من الأب. فعندما تتقابل البويضة مع الحيوان المنوى فإنهما يندمجان معا ويكونان البويضة الملقحة. وهى الآن تحتوى على مجموعة كاملة وخلطة فريدة من الچينات . وفى الحال تبدأ البويضة الملقحة فى الانقسام والتكاثر من أجل بناء إنسان صغير جدا يحتوى على جميع الخلايا المختلفة التى يحتاج إليها الجسم. وعندما تنقسم الخلية الملقحة إلى خليتين فإنها تقوم بنسخ صورة طبق الأصل من الشريط الوراثى وبهذا يتضاعف عددها. ثم تتوزع الكروموسومات بالتساوى بين الخليتين الجديدتين حتى تحصل كل خلية على نفس العدد من الكروموسومات، ثم يستمر انقسام الخلايا من اثنتين إلى أربع ثم ثمان ...إلخ، حتى يتم تكوين بلايين الخلايا التى تكون الجنين. وبهذا تحتوى جميع خلايا الجسم على نفس المجموعة والعدد من الچينات. والحقيقة أن كل خلية تحتوى على نسختين من كل چين ، نسخة تأتى من خلية الأم (البويضة) ونسخة تأتى من خلية الأب (الحيوان المنوى).



نحن الآن داخل الخلية. وهذه الكرة الزرقاء الكبيرة هي نواة الخلية التى تحتوى على الكروموسومات وتحميها. ونرى هنا كيف يبدو شريط الدنا (DNA) إذا ما جذبناه خارج النواة وفككناه. فكل درجة من درجات سلم الدنا تتكون من وحدتين من الوحدات الأربع (كل وحدة لها لون مختلف) التى تكون الدنا.

ويسمى هذا الشريط الفردى الرنا الرسول (messenger RNA). وهو يحمل نسخة طبق الأصل من الجين (التعليمات لصنع بروتين). فيسافر الرنا الرسول حاملا هذه التعليمات خارج النواة إلى مصانع إنتاج البروتينات فى الخلية.

الشفرة الوراثيـة



يحتوى شريط الدنا المخزون فى نواة خلية الإنسان على 3 بليون حرف من حروف لغة كيميائية عجيبة. ولكن معظم هذه الحروف لا تعبر عن معلومات مفيدة بل تبدو وكأنها حروف مرتبة لتعطى كلمات عشوائية لا معنى لها. أما الأجزاء التى تحتوى على معلومات مفيدة ذات معنى فهى الچينات. وهى توجد مرتبة على شريط الدنا بحيث تفصل ما بين الچين والآخر مسافة كبيرة تشغلها الكلمات العشوائية.

والجزء الأكثر أهمية فى سلم الدنا الحلزونى هو درجات السلم ... أو حروف الدنا. وهى تتكون من أربع مواد كيميائية متشابهة نوعاً ما تسمى النيوكليوتيدات nucleotides ويرمز لها بالحروف « أ » و « ث » و « ج » و« س ». وكل درجة من درجات السلم تتكون من اثنتين من النيوكليوتيدات المترابطتين وفقاً لنظام محدد وثابت بحيث تكون دائماً « أ » مترابطة مع «ث » و « ج » مترابطة مع « س ». فلا يمكن مثلاً أن تلتصق « أ » مع « ج » أو مع « س » أو حتى مع « أ » أخرى . ولهذا فإنه إذا حدث وانشق السلم من النصف بطريقة طولية (يحدث هذا أثناء انقسام الخلية) بحيث تنفصل كل سلسلة نيوكليوتيدات عن الأخرى فسوف تكون هناك طريقة واحدة لإصلاح ما حدث وإنتاج نسختين متطابقتين من السلم، وهى الطريقة التى تستخدمها الخلايا لتنقل چيناتها الوراثية إلى بناتها من الخلايا. وبنفس هذه الطريقة يتم عمل نسخ من الچينات (المعلومات الوراثية) وتخزينها على شريط الرنا الرسول لنقلها إلى الريبوسومات لقراءتها وترجمتها ثم لصناعة البروتينات .

والچين ما هو إلا قطعة من الدنا تحتوى على معلومات وراثية ووصفات لصنع بروتين معين. وكما ذكرنا فإن اللغة الوراثية لهذه الوصفات تتكون من أربعة الحروف « أ » و « ث » و «س» و« ج». وتتكون البروتينات من 20 نوعا من وحدات البناء التى تسمى بالأحماض الأمينية. وتترابط هذه الأحماض بعضها مع بعض بترتيب معين وبعدد معين لصنع البروتين المطلوب. الآن نأتى إلى السؤال المهم « كيف يمكن للترتيبات المكونة من الحروف الأربعة (النيوكليوتيدات الأربعة) فى الچين أن تصف وتحدد الـ 20 نوعا من الأحماض الأمينية فى البروتين؟ لا بد أن فى الأمر حيلة ما.

وما الحيلة فى هذا الأمر، يا أستاذنا؟

سوف أريحكم وأعطيكم الإجابة فورا. فالحيلة هى أن نجعل كل 3 نيوكليوتيدات مصفوفة بعضها إلى جوار بعض فى الچين لتحدد وتصف حمضا أمينيا واحدا فى البروتين. وهذه هى الشفرة الوراثية المدهشة . فبكل بساطة يتم تحديد ترتيبات مكونة من 3 نيوكليوتيدات بحيث يعنى كل ترتيب كلمة شفرية فى الچين ويناظره حمض أمينى واحد . وعلى هذا الأساس فإن ترتيب هذه الكلمات الشفرية على الچين يخبر الخلية بترتيب الأحماض الأمينية المطلوب لبناء بروتين معين. وتستطيع حروف أربعة النيوكليوتيدات المختلفة أن تكون 64 كلمة شفرية ممكنة مثل أأأ ، أأث ، ثأأ، أثأ ، أثث ، ثثأ، أثج ، سجأ ، ثثث . وهكذا.



وبما ان الشفرة الوراثية لا تحتاج إلا إلى وصف 20 حمضاً أمينيا فإن بعض هذه الكلمات ذات الحروف الثلاثة تصف نفس الحمض. فهناك حمض أمينى يسمى ليوسين من الممكن أن يتحدد بأى واحدة من الكلمات الأربع الشفرية الآتية ؛ (أ ث ث) أو (ج ث ث) أو (س ث س) أو (ث ث س). وهناك أيضا بعض الكلمات الشفرية التى تحدد بداية الجين ونهايته. كما أن هناك ترتيبات من النيوكليوتيدات تعمل مثل الإشارات التى توجه البروتينات المنظمة لعمل الجينات. فبعض هذه الإشارات تعطى رسالة للبروتين المنظم أن ينشط الجين أو يقوم بعمل نسخة منه لإرسالها إلى مصانع البروتينات ...إلخ.

وهل تطبق الشفرة الوراثية على البشر فقط؟

بالطبع لا. فالشفرة الوراثية تعتبر أحد قوانين الحياة الأساسية. ومن العجيب أن هذه الشفرة تطبق على جميع الكائنات الحية على كوكبنا. فكل الكائنات الحية التى نعرفها سواء كانت بكتريا، أو تفاحة، أو شجرة، أو كلابا، أو بشرا، كلهم يستخدمون نفس الشفرة الوراثية من أجل تحديد نفس الأحماض الأمينية العشرين.

ومن الغريب أن هناك تشابها فى الجينات الخاصة بإنتاج البروتينات الشائعة الموجودة فى الإنسان ومثيلتها فى البكتريا. ويدل هذا على أننا نحن البشر نشترك فى صفات أساسية مع جميع المخلوقات على كوكبنا.



كيف تصنع
البروتينات

تحدد الچينات للريبوسومات أنواع الأحماض الأمينية التى يجب أن يتم اختيارها وربطها الواحد بجوار الآخر فى سلسلة لتعطى البروتين الذى يحتاج إليه الجسم. فالخطوة الأولى من عملية صنع البروتين تحدث فى النواة و تتمثل فى نسخ صورة من الچين على هيئة الشريط رنا الرسول . ثم يغادر هذا الرسول النواة ويذهب إلى السيتوبلازم ليعطى المعلومات لأجهزة الريبوسومات التى تبدأ على الفور فى قراءة هذه المعلومات أو هذه الشفرة الوراثية وذلك بملاحقة الأحماض الأمينية الموجودة فى الخلية وصفها بالترتيب السليم وبالعدد المضبوط، وهنا يكتمل صنع سلسلة البروتين التى تكون مثل العقد المكون من حبات الخرز المتراصة . وكما نرى فإنه لكى تصنع الريبوسومات البروتين، عليها أن تربط الأحماض الأمينية فى ترتيب معين تحدده المعلومات والوصفة على الچين. ويعتبر ترتيب الوحدات فى أى بناء حيوى من القوانين الأساسية فى إرساء قواعد الحياة على كوكبنا.

هل يتم إنتاج البروتينات فى الخلايا فقط؟

نعم. فالبروتينات تتكون من وحدات البناء التى تسمى بالأحماض الأمينية والتى يوجد منها عشرون نوعا . وتنفرد أجهزة الريبوسومات فى الخلية بقدرتها على ربط هذه الأحماض الأمينية لتعطى جزىء البروتين.

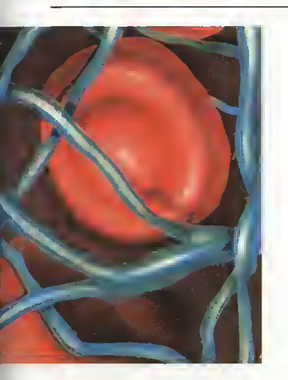
إن البروتينات جزيئات متناهية جدا فى الصغر. فإذا رصصنا مليونين من البروتينات بعضها إلى جوار بعض فإنها سوف تغطى أقل من المليمتر. وعلى الرغم من أن البروتينات لها أبعاد متناهية فى الصغر فإنها جزيئات غاية فى التعقيد لدرجة أنه لا يمكن أن يتم صنعها إلا فى الخلية. وتتصف بروتينات النوع الواحد بأن لها نفس الشكل وتؤدى نفس الوظيفة. وتتخذ الأنواع المختلفة من البروتينات أشكالا مختلفة مثل الكرة أو العصا أو الشريط أو الأنبوبة. وكل شكل يتم إعداده لأداء وظيفة معينة.

وبعد أن يتم تجميع حبات الأحماض الأمينية لتكون سلسلة البروتين فإن السلسلة تلتف حول نفسها ليتحدد الشكل النهائى للبروتين وهو الشكل الذى يحدد وظيفة البروتين. ثم يتجه البروتين الجديد ليتخذ موقعه فى الخلية أو خارجها على حسب الوظيفة. فبروتين الفيبرين مثلاً يصدر خارج الخلية إلى الدم ليؤدى وظيفته هناك. وعادة ما تجتمع بروتينات متشابهة أو مختلفة بعضها مع بعض وتتفاعل حتى تشترك فى القيام بعمل واحد مهم.

وتختلف البروتينات فى عدد الأحماض الأمينية التى تحتويها. فبعضها يتكون من بضع عشرات من الأحماض الأمينية، والبعض الآخر يتكون من الآلاف من الأحماض الأمينية. ويوجد حوالى 100 ألف نوع من البروتينات فى جسم الإنسان . ويتم تحديد كل هذه الأنواع من البروتينات بواسطة ترتيب الأحماض الأمينية على سلسلة البروتين.

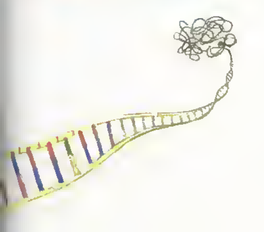


الچينات المعطوبة تنتج بروتينات غير سليمة



وخلال كل عملية انقسام يتم عمل نسخة زائدة من الچينات فى الخلية بحيث تحصل كل خلية جديدة على نسخة خاصة بها. إذن خلال انقسام الخلية الملقحة إلى بلايين الخلايا الجديدة يتم عمل بلايين النسخ من الچينات لتوزيعها على تلك الخلايا وفى خلال هذه الانقسامات تحدث بعض الأخطاء الصغيرة فى نسخ بعض المعلومات على چين ما، فيكون چينا معطوبا مما قد يتسبب فى إنتاج بروتينات غير سليمة مثلما يحدث عندما تدير خطأ قرص التليفون فلا تحصل على الاتصال الصحيح.

وفى معظم الأحيان لا تتسبب الأخطاء التى تحدث فى چين فى خلية ما فى أى مشكلة لأن هناك العديد من الخلايا الأخرى التى تنتج البروتين السليم . فضلا عن أن الخلية التى تحتوى على الچين غير السليم تموت بعد ذلك وبهذا فإنها لا تنقله إلى ذريتها. ولكن المشكلة الحقيقية تبدأ عندما تحدث أخطاء فى أحد الچينات التى تنظم عملية الانقسام، إذ قد تصاب الخلية بالجنون فتنقسم بسرعة وبلا توقف مما يؤدى إلى تكوين كتلة من الخلايا لتعطى ما نسميه بالورم. أما المشكلة العظمى فتحدث عندما تحتوى خلية البويضة أو خلية الحيوان المنوى على چين غير سليم. ففى هذه الحالة سوف ينتقل هذا الچين إلى جميع الخلايا المكونة لجسم الجنين الذى ينمو.



أذكركم بأن كل خلية فى الجسم تحتوى على نسختين من كل چين . نسخة جاءت من خلية الأم ونسخة من خلية الأب. وأسوأ ما يمكن أن يحدث هو أن تكون هناك أخطاء فى نسختى الچين. فإذا لم يحصل الجنين على چين سليم لإنتاج البروتين الصحيح، فقد يبتلى الطفل بمرض وراثى مثل سيولة الدم .

وقد يصاب الطفل بمرض وراثى لا يوجد عند أبويه. وذلك عندما يكون لكل من الوالدين نسخة غير سليمة من چين ما وأخرى سليمة، بحيث تنتقل النسخة غير السليمة من كل من الأم والأب إلى الجنين. ومعظم الآباء عادة لا يعرفون أن لديهم چينا معطوبا لأن الچين الآخر السليم يقوم بواجبه .

وهل يؤدى كل چين معطوب إلى حدوث المرض؟

إطلاقا ! فهناك خلايا أخرى تحتوى على الچين السليم وتنتج البروتين السليم فتعوض النقص. بل إنه أحيانا ما يحدث خطأ فى چين ما وينتج عنه بروتين يؤدى وظيفته بطريقة أكثر كفاءة . فمثلاً قد تتسبب بعض الطفرات فى تكوين إنسان له القدرة على الجرى أسرع من المعتاد فى الارتفاعات العالية حيث تقل نسبة الأكسچين، أو تكوين شخص مناعته أفضل. وبالطبع تورث هذه الصفة الجديدة المفيدة إلى ذرية هذا الشخص.

تحتوى الچينات على وصفات ومعلومات لإنتاج البروتينات التى تحتاج الخلية إليها لتؤدى وظائفها. فالبروتينات هى التى تعمل وتتحرك وتتفنن من أجل تكوين كائن حى كبير ومعقد التركيب مثلكم ومثلى. ...أى هى التى تجعلنا أحياء.

قبل أن تنقسم الخلية عليها أن تتأكد من حصول كل خلية جديدة (الخلايا البنات) على نسخة كاملة من شريط الدنا الموجود في خلية الأم وتبدأ هذه العملية بانفصال سلسلتي الدنا بعضهما عن بعض، بحيث تصبح كل واحدة سلسلة منفردة

وبانفصال السلسلتين تصبح النيوكليوتيدات على كل سلسلة مكشوفة وغير مرتبطة. وهذا بالطبع لا يفيد لأن كل نيوكليوتيد قد عقد صداقة متزمتة وأبدية منذ أزمان غبرت مع نيوكليوتيد آخر ولا يحيا بدونه. وبهذا فترتيب النيوكليوتيدات على السلسلة الفردية يحدد ترتيب النيوكليوتيدات على السلسلة المقابلة لها التي سوف تتكون أمامها. وهذا ما يحدث تماما. فالنيوكليوتيدات الحرة تحضر إلى الموقع ويتحرك كل نيوكليوتيد ليرتبط بالنيوكليوتيد صديقه الأوحد على السلسلة الفردية فيرتبط كل من النيوكليوتيد (أ) الأحمر و (ث) الأزرق بعضهما ببعض دائما. ويرتبطا كل من النيوكليوتيد (س) الأصفر و(ج) الأخضر بعضهما ببعض دائما وهكذا تستمر عملية الارتباط حتى يتم تكوين سلسلة جديدة من النيوكليوتيدات مقابلة لكل سلسلة فردية أصلية مما ينتج عنه تكوين نسختين جديدتين من شريط الدنا (كل نسخة مكونة من سلسلتين من النيوكليوتيدات مترابطتين بعضهما ببعض على شكل سلم حلزوني) وعلى الرغم من أن الأخطاء في عملية النسخ (في ترتيب النيوكليوتيدات) نادرا ما تحدث ، إلا أنها قد تحدث في حالات قليلة جدا مما ينتج عنه تكوين جين غير سليم وربما يؤدى هذا الجين إلى إنتاج بروتين غير سليم يسبب المرض مثلما هو الحال في مرض الهيموفيليا

انظر جيدا إلى سلاسل الدنا الجديدة هذه التي قد تم تكوينها الآن فواحدة منهما تحتوى على خطأ في ترتيب النيوكليوتيدات هل تستطيع أن تعرف أى واحدة منها؟





طـب
الچينات والبروتينات

هيا بنا نبحث كيف تستخدم التطورات العلمية فى مجالات أبحاث الچينات والبروتينات فى علاج مرض الهيموفيليا والأمراض الوراثية الأخرى. فمن المعروف أن الچينات المعطوبة تسبب عدة مئات من الأمراض الوراثية التى تشمل الهيموفيليا.

وهل من الممكن إصلاح الأخطاء فى الچين؟

للأسف لا يمكن ذلك. وحتى إذا استطعنا تحديد الخطأ فى چين ما فإنه من الصعب جدا أن نستبدل بالجزء المصاب جزءا سليما. وذلك لأننا لا نستطيع أن نرى شريط الدنا أو حتى النواة - التى هى أكبر منه بكثير - بالعين المجردة. كما أن إصلاح چين فى بعض الخلايا دون غيرها لن يفيد لأنه لن ينتج كمية كافية من البروتين المناظر من هذه الخلايا.

ولماذا إذن لا نعطى الخلايا نسخا سليمة من الچين؟

هذه فكرة جيدة وهذا ما يحاول أن يفعله الباحثون فى علم الچينات، فيقومون بحقن الخلايا بنسخة من الچين السليم حتى يتم إنتاج البروتين السليم فى هذه الخلايا. ولكن حقن بعض الخلايا بالچين السليم لا يكفى لإنتاج الكمية المطلوبة من البروتين. والحل الأمثل هو حقن جميع خلايا الجسم . ولكنه من غير الممكن حقن كل خلية فى الجسم على حدة فهناك البلايين منها. ويبحث العلماء عن وسيلة يمكنها اختراق جميع خلايا الجسم لتضع الچين السليم فى كل واحدة منها حتى يتم إنتاج البروتين المطلوب بكمية كافية. ويعتقد العلماء أنه من الممكن إيجاد وسيلة لعمل ذلك (كما سنرى فيما بعد). ولكن ما الحل المتاح أمام العلماء لإمداد مرضى الهيموفيليا بالبروتين اللازم لتجلط الدم ؟

هل من الممكن الحصول على البروتين من أشخاص آخرين أو من الحيوانات واستخدامه فى العلاج؟

نعم ، وهذا بالفعل ما حدث خلال السنوات الماضية. فيتم تنقية البروتينات اللازمة لتجلط الدم من دم المتبرعين الأصحاء وإعطائها للمرضى . ولكن لهذا الأسلوب من العلاج مخاطره. فالبروتينات التى يتم الحصول عليها قد تحمل فيروسات قاتلة من دم المتبرعين.

هل يمكنكم أن تفكروا فى طريقة أخرى؟ دعونى أعطيكم بعض التلميحات لتساعدكم على هذا. أنتم تعلمون أن جميع الخلايا فى جميع الكائنات الحية تستعمل نفس الشفرة الوراثية ونفس الأنواع من الأحماض الأمينية. إذن فكروا فيما قد يحدث لو وضعنا الجين المطلوب فى خلايا غير بشرية (خلايا أجسام كائنات أخرى).

وهل تستطيع كائنات أخرى إنتاج البروتين الخاص بجسم الإنسان؟

يالها من فكرة! فمريض الهيموفيليا لا يستطيع أن ينتج البروتين المطلوب لأن خلاياه تحتوى على جين غير سليم. كما أن خلايا الكائنات الأخرى لا تنتج البروتين المطلوب لأنها لا تحتوى على الجين الخاص بهذا البروتين البشرى، ولهذا لجأ علماء الهندسة الوراثية إلى حيلة ممتازة. فلقد استطاعوا الحصول على الجين المطلوب سليما من جسم إنسان سليم ثم وضعوه فى خلية غير بشرية مع السماح لها بأن تنقسم مرات عديدة لتولد خلايا عديدة. وبما أن كل واحدة من هذه الخلايا تحتوى على الجين البشرى فإن كل واحدة منها تستطيع أن تقرا الجين وتصنع البروتين المناظر له. وبهذا فإن كل هذه الخلايا تستخدم كمصانع لإنتاج البروتين المطلوب بكميات كبيرة جدا تسمح بإعطائها للمرضى بلا خوف من مخاطر نقل الدم من جسم إلى جسم آخر.

إنها فكرة مدهشة حقا ، كما أن العلماء قد نجحوا فى تطبيقها. وهذه هى الطريقة التى يستخدمها الخبراء لتغيير جينات النباتات والحيوانات والبكتريا حتى تنتج البروتينيات البشرية الضرورية لعلاج الأمراض.



كيف يساعد خبراء الجينات مرضى الهيموفيليا (سيولة الدم) ؟

1 ـ نرى هنا الجين البشرى (شكل أ). الخاص بتجلط الدم والذى تم عزله من إحدى خلايا جسم إنسان سليم .

2 ـ فى المعمل يتم إدخال هذا الجين فى شريط الدنا الخاص بالبكتريا (شكل ب). تقوم البكتريا بعد ذلك بإنتاج البروتين المناظر للجين (الأشكال الهلالية الحمراء) .

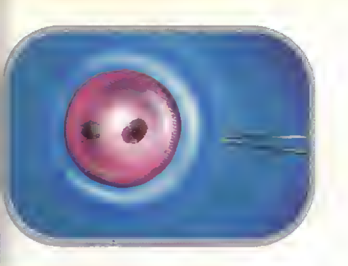
3 ـ يحصل الأطباء على البروتين السليم من البكتريا ويحقنوه فى المرضى (شكل جـ).

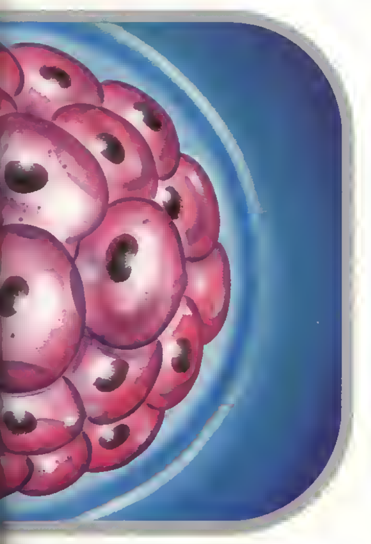
4 ـ ومن ناحية أخرى ، فإنه يمكن نقل الجين السليم مباشرة الى خلايا جسم المريض التى تحتوى على جين غير سليم (شكل ب)

5 ـ يحل الجين السليم محل غير السليم فى خلايا جسم المريض . ثم تبدأ بعد ذلك هذه الخلايا فى إنتاج بروتين تجلط الدم (شكل جـ). وتسمى هذه الطريقة :العلاج بواسطة الجينات .

6 ـ وفى حالة حدوث أى جرح بعد ذلك فإن البروتينات الجديدة تساعد على تجلط الدم .

چينات البشر
فى لبن النعاج





السبب فى نجاح أساليب علماء الچينات أن جميع الخلايا التى توجد على وجه الأرض تستعمل نفس اللغة التى تبنى بها الچينات والبروتينات. فهذه الخلايا ما هى إلا مصانع بروتينات تعمل وفقاً للتعليمات الصادرة إليها من الچينات. فالچينات المختلفة تنتج بروتينات مختلفة، وهذه بدورها تكون خلايا مختلفة تتجمع لتنشأ كائنات مختلفة. فخلية من ثدى نعجة لا تنتج بروتين تجلط الدم البشرى إلا إذا حصلت على الچين البشرى الذى يعطيها الأوامر لتقوم بهذا. وهذا هو ما يقوم به خبراء الهندسة الوراثية.

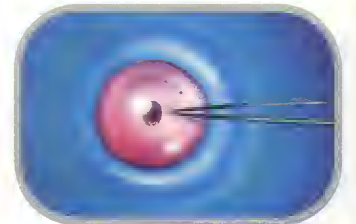
ويعرف علماء الوراثة بالتحديد الچين البشرى المسئول عن إنتاج بروتين تجلط الدم. كما أنهم يستطيعون أن يعزلوا هذا الچين من الدنا فى جسم الإنسان، ثم أن يميزوه بالعلامات اللازمة ليصبح نشيطا فى خلية معينة. فإذا وضع هذا الچين المعدل فى خلية من خلايا ثدى النعجة (خلايا تنتج جميع البروتينات الموجودة فى اللبن) فإنها تنتج هذا البروتين وتفرزه فى اللبن أيضا.

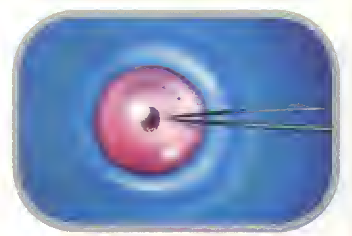
ويستخدم علماء الوراثة إبرة غاية فى الصغر ليحقنوا بها الچين البشرى المعدل فى بويضة مخصبة من النعجة. ومن هنا ينتقل الچين المعدل إلى شريط الدنا الموجود فى جميع خلايا جنين النعجة الذى يتكون من انقسام البويضة مرات عديدة. فتقوم هذه الخلايا بإنتاج البروتين البشرى بالإضافة إلى إنتاج البروتينات الخاصة بالنعجة. ولا يؤثر هذا الچين البشرى فى شكل ووظيفة هذه النعجة الصغيرة.

وعندما تنمو النعجة الصغيرة وتصبح أما فإنها سوف تفرز لبنا مختلفا بعض الشىء عن اللبن الطبيعى للنعاج. فهذا اللبن يحتوى على بروتين تجلط الدم البشرى بالإضافة إلى البروتينات الأخرى الطبيعية. وبالطبع فإن النعجة لا تحتاج إلى هذا البروتين ولكن المريض المصاب بالهيموفيليا يكون فى أمس الحاجة إليه إذا جرح إصبعه.

فبروتين تجلط الدم هذا قد تم إنتاجه فى جسم النعجة طبقا لتعليمات من الچين البشرى، ولهذا فإنه لا يختلف فى الشكل أو الوظيفة عن نفس البروتين الذى ينتج فى جسم الإنسان. ويتم بعد ذلك تنقية هذا البروتين من لبن النعجة وحقنه فى دم مرضى الهيموفيليا لعلاجهم لتتجلط دماؤهم بشكل طبيعى.







وماذا يحدث لذرية هذه النعجة؟

بالطبع سوف ينتقل هذا الجين بالوراثة إلى جميع أنجال هذه النعجة مثل أى جين طبيعى خاص بها. وفى هذه الحالة نطلق على هذا النوع من الحيوانات اسم حاملة الجينات (المهجنة) لأنها تحمل جينا خاصا بكائن آخر بصفة دائمة وتنقله إلى ذريتها. وتنقل النعجة حاملة الجينات كل الجينات الخاصة بها بالإضافة إلى نقل الجين البشرى إلى أنجالها بنفس الطريقة التى يتم بها نقل الجينات التى تجعل الخراف تثْغو (تمأماً) و لا تنبح.

وهل يستطيع العلماء أن يجعلوا بعض الخراف تنبح؟

أعتقد أن هذا ليس ممكنا. فالقدرة على النباح تعتمد على تعاون وتفاعل مئات من الجينات والبروتينات بطريقة غاية فى التعقيد يصعب تصورها. وما حاجتنا إلى أن نجعل الخراف تنبح؟ هل الهدف أن نسبب الحيرة لكلب راعى الغنم !!! آه يا أشقياء!

وهل تنتقل الجينات بين الكائنات الحية بطريقة طبيعية؟

نعم ، فكثير من الفيروسات تضع الجينات الخاصة بها فى أى موقع من شريط الدنا الخاص بالخلية العائلة مما يؤدى إلى حدوث أخطاء فى الجينات والتى بدورها قد تجعل الخلية تنقسم بطريقة جنونية بلا توقف لتكون ورما. وفى أحيان أخرى، تغزو الفيروسات الخلايا وتكْمَن فيها بدون إحداث أى ضرر للخلية، وفى هذه الحالة تندمج جينات الفيروس مع جينات الخلية مما يؤدى إلى انتقال جينات الفيروس إلى ذرية هذا الحيوان. وعلى العكس من ذلك الطريقة التى يستخدمها علماء الهندسة الوراثية، فهم يعرفون بالتحديد الموقع المراد نقل الجين إليه فى شريط الدنا ويعرفون كيف يتم هذا النقل بنجاح بدون إحداث أى ضرر للحيوانات.

نبـــات التبـغ والبكتريا في خـــدمتنـــــا

في كثير من الأمراض الناتجة عن نقص في بروتينات معينة نجد أن جذور المشكلة تكمن في العديد من الجينات وليس في جين واحد. وفي هذه الحالات يصعب علاج المرضى بواسطة إمدادهم بالجينات أو البروتينات الناقصة. ولهذا يلجأ الخبراء إلى أسلوب آخر للعلاج.

ومثلنا هنا هو مرض السكر الذي ينتج من نقص في بروتين الإنسولين. فبالرغم من وجود جين إنسولين سليم، فإن هناك نقصا في مستوى هذا البروتين بسبب إصابات للخلايا التي تنتجه. وفي الحالات الطبيعية، يتم تصنيع الإنسولين في خلايا متخصصة في البنكرياس (غدة في البطن). ويقوم الإنسولين بإخبار خلايا الكبد أن تأخذ السكر الزائد من الدم وتخزنه في صورة نشا. وعندما يكون الإنسولين ناقصا، فإن معظم السكر يبقى في الدم مما يؤدي إلى أضرار لأوعية الدم والعيون. فهؤلاء المرضى غير مسموح لهم بتناول إلا القليل من المواد السكرية. ولذا فهم يحقنون أجسامهم بالإنسولين يوميا حتى يحفظوا نسبة السكر في الدم في المستوى الطبيعي.

ومن أين نحصل على هذا الإنسولين يا أستاذنا؟

حتى وقت قريب كان يتم تنقية الإنسولين من البنكرياس المقطوع من الخنازير والبقر المذبوح. أما في هذه الأيام، فلقد نجح العلماء في إضافة جين الإنسولين البشري (الذي يجعل خلايا البنكرياس في جسم الإنسان تفرز الإنسولين) إلى البكتريا حتى تنتج لنا كميات هائلة من الإنسولين. وكما ترون يا أصدقاء فالبكتريا في هذه الأيام مشغولة في صنع الإنسولين البشري!!!

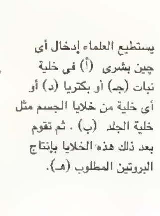
وماذا يحدث إذا خرجت هذه البكتريا من المعمل إلى البيئة الخارجية؟

هناك احتمال كبير ألا تعيش هذه البكتريا التي تم تغييرها وتعديلها خارج المعمل. فسوف تكون هناك منافسة كبيرة بين هذه البكتريا المعدلة والبكتريا الطبيعية في البيئة الخارجية. فهذه البكتريا الأخيرة ليست مجبرة على صنع بروتينيات غير لازمة لحياتها. أما البكتريا المعدلة فهي مسخرة ومجبرة على إفراز البروتين البشري وهي ليست في حاجة إليه. ولهذا فإن البكتريا الطبيعية سوف تتغلب على البكتريا المعدلة (أي أن الطبيعية سوف تتكاثر وتنتج أعدادا هائلة من أنجالها أكثر بكثير من البكتريا المعدلة) مثلما تتفوق الذئاب في البرية على مجموعة من كلاب البودل أو من كلاب الدشهند ذات الأرجل القصيرة. هذا بالإضافة إلى أنه إذا عاشت بعض البكتريا المعدلة في البيئة الخارجية، فإنه غالبا لن تسبب أي مشكلات لأنها

أ

يستطيع العلماء إدخال أي جين بشري (أ) في خلية نبات (جـ) أو بكتريا (د) أو أي خلية من خلايا الجسم مثل خلية الجلد (ب). ثم تقوم بعد ذلك هذه الخلايا بإنتاج البروتين المطلوب (هـ).

ب





هـ

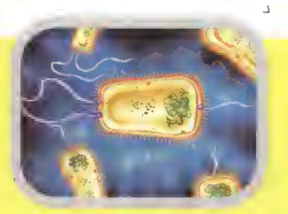
تختلف عن البكتريا الأخرى فى احتوائها على بروتينات بشرية. ومع ذلك فإن العلماء يبذلون قصارى جهدهم فى عمل الاحتياطات اللازمة وعدم السماح للبكتريا المعدلة أن تعيش فى البيئة الخارجية.

وهل تستطيع النباتات أن تقرأ الجينات البشرية أيضا؟

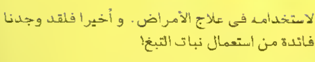
بالطبع نعم. فالنباتات تفهم الشفرة الوراثية لأنها كائنات حية هى الأخرى. فعلماء الجينات وضعوا جينات فى خلايا نبات التبغ لتجعلها تنتج بروتينات الأجسام المضادة البشرية التى تستخدمها خلايا المناعة فى الجسم لمحاربة الغزاة من البكتريا والفيروسات. كما أن الأجسام المضادة ترتبط بالمواد الخطيرة فى الدم (مثل السموم) وتبطل مفعولها. ولهذا فهذه الأجسام تستخدم كدواء فعال فى مجال الطب. فبعد إدخال الجينات المطلوبة فى نبات التبغ يتم زراعته لإنتاج كمية كبيرة منه للحصول على البروتين المطلوب



د



جـ



لاستخدامه فى علاج الأمراض. و أخيرا فلقد وجدنا فائدة من استعمال نبات التبغ!

كما أن العلماء نجحوا فى إنتاج سلالات من النباتات تقاوم الآفات. فهناك أنواع من البنجر تنتج بروتينا يجعلها تقاوم الآفات التى تأكلها. فحصل الباحثون على الجين المسئول عن هذا البروتين ثم أدخلوه فى خلايا نبات البنجر الذى لا يقاوم الآفات (لأنه لا يحتوى على هذا الجين). فنتج عن ذلك البروتين المقاوم للآفات فى هذا النوع من البنجر وبذلك تحول إلى بنجر مقاوم للآفات.





الفيروس
هو الدواء

كما رأينا، فإن خلايا الحيوانات والنباتات والبكتريا التى تم تعديلها فى المعمل من الممكن أن تستخدم لإنتاج بروتينات لا تنتجها أجسام بعض المرضى . ومع أن مثل هذا العلاج لا يشفى المريض إلا أنه يساعده على أن يعيش حياة أفضل. ولكى يتم شفاء المرضى فإننا نحتاج إلى وسيلة لها القدرة على أن تتنقل بين خلايا الجسم وتنقل لكل واحدة منها صورة من الچين السليم بدلا من الچين غير السليم. وتعتبر الفيروسات الوسيلة المثالية لهذا العمل.

ولكن الفيروسات تسبب لنا الأمراض، أليس كذلك؟

نعم. فالفيروس كائن صغير جدا جدا، يتكون من غلاف من البروتين يحتوى على الچينات الفيروسية. وهدفه الوحيد هو غزو خلايا الجسم وإدخال چيناته فيها، ثم تسخير هذه الخلايا لإنتاج عدد يصعب حصره من الفيروسات التى تسبب أمراضا مثل الأنفلونزا والجدرى وغيرهما . ولكن الباحثين توصلوا إلى طريقة لتغيير چينات الفيروس وإنتاج فيروسات معدلة تساعد فى شفاء الإنسان من الأمراض بدلاً من إصابته بها.

وكيف يتم ترويض الفيروس، يا أستاذنا؟

إن أول خطوة فى هذه العملية هى أن يفهم العلماء الچينات الفيروسية ودورها فى حدوث المرض. وبعد ذلك يقومون بنزع الچينات الخطيرة من الفيروس مع ترك الچينات المهمة اللازمة لعمله كوسيلة لنقل الچينات السليمة إلى خلايا الجسم. وبهذه الطريقة استطاع الباحثون أن يحولوا الفيروس المؤذى إلى خادم مطيع مفيد.

نرى أمامنا كيف ينقل الڤيروس چيناته والچين البشرى السليم إلى خلية جسم مريضة. فتبدأ الخلية فى إنتاج البروتينات السليمة التى تخرج من الخلية لأداء وظيفتها. وبالطبع يحتوى كل من الخلية والڤيروس على أغشية للتغطية ولكن جزءا من هذه الأغشية قد رفع حتى نرى ما يحدث فى الداخل.

فبعد أن يتم تكوين الڤيروس المعدل غير الضار يضاف إليه الچين البشرى المطلوب. ثم يتم إدخال هذا الڤيروس المعدل إلى بعض الخلايا التى تنمو فى المعمل خارج الجسم حتى يتم إنتاج كميات كبيرة من هذا الڤيروس. فيحصل العلماء على هذه الڤيروسات ويحقنونها فى المرضى. وبعد أن تغزو هذه الڤيروسات خلايا الجسم فإنها لا تجبر الخلايا على إنتاج ڤيروسات جديدة (لأنها معدلة) بل تنقل لها نسخة من الچين السليم.

وإذا سارت الأمور حسب الخطة فإن الخلايا المصابة بالڤيروس تبدأ فى إنتاج البروتين السليم وبالطبع يشعر المريض بالتحسن ويشفى.

وهل تم علاج الأمراض بهذا الأسلوب؟

بما أن هذه طريقة جديدة فى العلاج ومعقدة جدا ، فإنها لم تحقق النجاح المتوقع لها حتى الآن . فبعد تجربتها على بعض المرضى، وجد أن الڤيروس يغزو عددا قليلا من الخلايا وان البروتين المطلوب يتكون بكميات صغيرة ولفترة زمنية بسيطة لا يتكون بعدها. ومن المتوقع أن يحتاج الأمر إلى عدة سنوات من الأبحاث فى تحسين هذا الأسلوب حتى يحقق النجاح. وإذا تحقق هذا فإن خلايا الجسم سوف تتعلم كيف تنتج بنفسها البروتين السليم الذى تحتاج إليه لأنها سوف تطيع أوامر الچين السليم الذى تحضره الڤيروسات إليها.

وهل سوف ينجب المرضى المعالجون بالڤيروس أولادا أصحاء؟

للأسف لا. وذلك لأن كمية محدودة فقط من خلايا الجسم تستقبل الچين السليم. ولكى يتم إنتاج أولاد أصحاء فإنه لابد أن ينتقل الچين السليم إلى خلية البويضة أو الحيوان المنوى (الخلايا الجنسية) حتى ينتقل الچين إلى الجنين أثناء التكوين. وبالطبع فإنه غير مسموح بعمل تجارب على الخلايا الجنسية لأنها قد تؤدى إلى تكوين أطفال مشوهين غير أصحاء .





قــص ولصــق
الچينـــــات

ربما يبدو لنا أن قص الچينات من مكان ولصقها فى مكان آخر عمل بسيط. ولكنه فى الحقيقة يتطلب أساليب وخطوات غاية فى التعقيد. فشريط الدنا الذى يحتوى على كل الچينات هو خيط رفيع جدا حتى إننا لو وضعنا مليون خيط من الدنا الواحد بمحاذاة الآخر فإنها سوف تغطى مسافة أقل من مليمترين! كما أن الدنا يحتوى على بلايين الحروف الوراثية تماماً مثل مكتبة ضخمة زاخرة بآلاف الكتب وكل هذا يوجد فى النواة. ولهذا فإن الباحثين يستخدمون أساليب وأدوات متخصصة لفرز قطع الدنا والبحث عن الچين المطلوب.

وكيف تبدو هذه الأدوات المتخصصة؟

هناك مجموعة من البروتينات التى ترعى وتهتم بمختلف شئون شريط الدنا. فمنها بروتينات تفك الحلزون وبعضها يكوّن الحلزون. والبعض الآخر يلحم الأجزاء المقطوعة فى سلم الدنا، والبعض يصلح من الترتيب الخطأ للنيوكليوتيدات. كما أن هناك بروتينات تشق سلم الدنا طوليا لتفصل بين السلسلتين. وهناك بروتينات تقوم بنسخ الچينات كلها أو بعضها. وفضلا عن ذلك، فهناك الكثير من الوظائف الأخرى التى تؤديها البروتينات لرعاية الدنا.

وتمثل مجموعة البروتينات التى تحدثنا عنها الأدوات التى يستخدمها الباحثون. ومن أهم هذه الأدوات نوع من البروتينات التى تعمل مثل المقص لأنها تقص شريط الدنا فى مواقع محددة لتعطى لنا الجزء من الدنا الذى يريده العلماء. فمثلا هناك بروتين يقطع شريط الدنا عندما يرى ترتيبا من النيوكليوتيدات مثل (س ث ث أ أ ج) ويتم القطع فى مكان محدد وهو بين الـ (ج) من اليسار والـ (أ) التى تليها على الفور. وهناك بروتينات تقص الدنا فى مواقع مختلفة. ويمكنكم أيضا باستخدام هذه البروتينات أن تقصوا الدنا.

وكيف يلصق الباحثون الچينات؟

لنأخذ مثلا على ذلك كيفية لصق چين الإنسولين البشرى فى الدنا الخاص بالبكتريا. عندما تقطع البروتينات الدنا فإنها تقطع سلسلتى الدنا فى الوقت نفسه، مما ينتج عنه أربع نيوكليوتيدات مفردة على كل جانب من جانبى السلسلة المقطوعة (كما هو موضح داخل المربع) وتسمى هذه الأجزاء

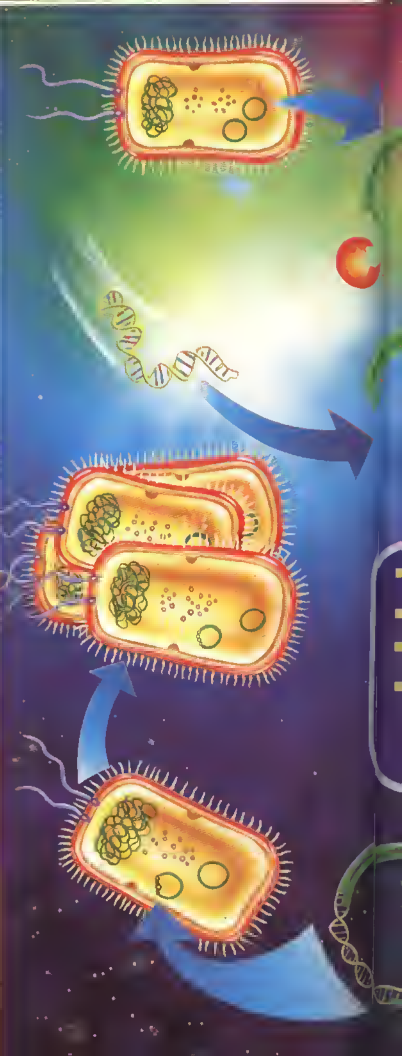
بأطراف اللصق حيث يتم ربط الدنا البكتيرية والدنا البشرية وبها چين الإنسولين عند هذه النقطة. وبهذا يصبح الإنسولين جزءا من دنا البكتريا.

ويحتاج الباحثون إلى نسخ عديدة من الچينات لاستعمالها فى تجارب القص واللصق الكثيرة. ولكن من المعروف أن هناك نسختين من كل چين فى كل خلية فى الإنسان. فكيف نحصل على نسخ عديدة إذن؟ يتم هذا أيضا بمساعدة البكتريا.

فالبكتريا تحتوى على أجزاء من الدنا على شكل دوائر صغيرة تسمى البلازميدات . ويستطيع الباحثون استخراج هذه البلازميدات من البكتريا بدون الحاجة إلى استخراج كل ما تحتويه من الدنا. ولقد أثبتت التجارب أن هذه البلازميدات ذات فائدة عظيمة ولا غنى عنها للباحثين.

هيا بنا نستخرج بلازميد من البكتريا ونقطعه بأحد بروتينات القص فيتحول من الشكل الدائرى إلى خط مستقيم بعد القطع. وعندما نضيف إليه چين الإنسولين البشرى المقطوع بنفس البروتين فإن طرفى هذا الچين يلتصقان بطرفى البلازميد، فيلتصقان وكأنهما يتصافحان بقوة. ويتم تثبيت هذا الالتصاق بواسطة بروتين آخر يعمل وكأنه يخيط الأطراف بعضها مع بعض. وبذلك يتحول البلازميد (المعدل الآن بعد إضافة الچين البشرى إليه) إلى الشكل الدائرى من جديد ولكنه يصبح اكبر لأنه يحتوى على قطع الدنا الخاصة بچين الإنسولين. فإذا أخذنا هذا البلازميد المعدل ووضعناه من جديد فى البكتريا فإنها تتكاثر لتعطى البلايين من البكتريا الجديدة والتى تحتوى على البلازميد المعدل الذى يحتوى على چين الإنسولين. ومن الممكن إضافة علامات تأمر البكتريا بتنشيط چين الإنسولين فيها حتى تنتج كميات كبيرة من بروتين الإنسولين.

ونطلق على الدنا المركب من قطع دنا مستخرجة من انواع مختلفة من الكائنات الحية اسم الدنا المتحد recombinant DNA. ويمكن تشبيهه بمادة موسيقية مسجلة من أشرطة تسجيل مختلفة وتحتوى على أغان لحنها ملحنون مختلفون. فالأغانى هى الچينات والخلية هى جهاز التسجيل. فالخلية هنا تحصل على الدنا المتحد وتقرأ ما عليه من معلومات و أغان (الچينات) ثم تترجمها لنشعر بها ونسمعها (والترجمة هنا بالطبع هى عملية صنع البروتينات). والحق يا أصدقاء إذا تأملنا فى عملية صنع البروتين فى الخلية لوجدناها أروع من أجمل سيمفونية. فالتعاون والحركات المنظمة والمنسقة والدقيقة التى يتسم بها اللاعبون فى عملية إنتاج البروتين كل هذا إنما يعبر عن سيمفونية الخلق البديع الذى لا يماثله شيء.





كيف يستنسخ العلماء الكائنات الحية ؟

تحتوى نسخ الكائنات الحية على نفس المجموعة من الچينات. ولهذا فإن جميع خلايا الجسم هى نسخ بعضها من بعض لأنها تحتوى على نفس المجموعة من الچينات.

ولماذا تختلف خلايا الجسم بعضها عن بعض على الرغم من احتوائها على الچينات نفسها؟ السبب فى ذلك هو أن معظم الچينات توجد فى حالة نوم وسكون ويقوم كل نوع خلية بتنشيط الچينات التى يحتاج هو إليها. ولهذا السبب نجد أن خلايا الكبد تختلف عن خلايا الجلد . وتعتبر البكتريا الأنجال التى تنشأ من خلية بكتيرية (أم) نسخا بعضها من بعض، لأنها تحتوى على نفس المجموعة من الچينات مثل الخلية الأم. وبصفة عامة يؤدى انقسام الخلية إلى إنتاج نسخ من الخلية الأم.

وهل هناك نسخ من البشر؟

لا توجد نسخ من البشر أو الحيوانات. فأنا لست نسخة من أمى ولا من أبى، لأن المادة الوراثية فى جسمى خليط من الچينات الخاصة بأبى و أمى. وهذا ما يجعلنى أبدو مختلفا عنهما.

ولكن كل واحد من التوائم المتشابهة نسخة من الآخر وذلك لأن كلاً منها له نفس المجموعة من الچينات. والسبب فى ذلك أنه فى بعض الأحيان تنقسم الخلية الملقحة إلى خليتين تنفصلان بعضهما عن بعض وتكون كل خلية منهما جنينا ينمو ليصبح إنسانا. ويتشابه التوءمان فى الشكل لأن كلاً منهما يحتوى على الچينات نفسها. ويستطيع العلماء الآن عمل نسخ من الحيوانات بالقصد. هل تتذكرون النعجة التى تفرز لبنا يحتوى على بروتين تجلط الدم؟ أليس من المفيد أن يكون هناك نسخ عديدة من هذه النعجة؟

لقد قام العلماء بالفعل بعمل نسخ من الحيوانات منذ سنوات مضت. فالأطباء البيطريون المهرة استطاعوا أن يعزلوا الخلية الملقحة بعد أن تنقسم إلى عدة عشرات من الخلايا من رحم الحيوان الأم، ثم يفصلوا هذه الخلايا بعضها عن بعض حتى تنقسم كل واحدة منها على حدة. وبعد أن تنقسم كل واحدة إلى مجموعة خلايا تنقل هذه المجموعة إلى رحم أنثى الحيوان. كما يستطيع البيطريون أن يخزنوا الخلايا فى درجات حرارة منخفضة جدا تحفظها لعدة سنوات لحين الحاجة إليها.

ولقد اكتشف خبراء الهندسة الوراثية حيلة جديدة لعمل نسخ حيوانية. ففى عام 1997 استطاع علماء الوراثة فى إسكوتلاندا أن يثبتوا لأول مرة أنه من الممكن عمل نسخة من حيوان ناضج، وربما حتى من الإنسان. فلقد استخرجوا نواة الخلية (بكل ما تحتوى من شريط الدنا) من بويضة نعجة ووضعوا بدلا منها نواة تم استخراجها من خلية ثدى فى نعجة أخرى. ثم وضعوا هذه البويضة المصممة فى جسم نعجة أم. فوجدوا بعد ذلك أن هذه البويضة قد نمت وكونت نعجة نسخة طبق الأصل من النعجة التى تم استخراج النواة من ثديها. ولقد أطلق على هذه النسخة من النعجة اسم دوللى. وهى تحتوى على نفس الجينات الموجودة فى النعجة التى استخرجت النواة من ثديها.

وكانت هذه هى المرة الأولى التى يولد فيها أحد الثدييات دون الحاجة إلى أب. فكل ما يحتاج الأمر إليه هو بالطبع الأمهات، وعلماء الوراثة المهرة. والأهم من ذلك أن هذه التجربة أثبتت أن أى خلية فى جسم الكائن الناضج تحتوى على كل الچينات القادرة على تكوين وليد جديد.



عــن الكـــلاب
والهندسة الوراثية



إن الچينات وحدها هي التى تحدد صفات الكائنات الحية التى تتوارثها هذه الكائنات من آبائها وتورثها لذريتها. ولذلك فإنه مضيعة للوقت أن يدرس الآباء والأمهات علم الوراثة من أجل أن يستطيعوا أن يحسنوا من صفات أولاد المستقبل. فنحن لا نستطيع أن نغير من الچينات فى خلايانا. فنحن نتوارثها من آبائنا بما فيها من صفات محددة مثل لون الجلد والعيون وحجم الجسم ، ثم نورثها بعد ذلك إلى أبنائنا .

وينطبق هذا القانون الوراثى نفسه على جميع الكائنات الأخرى. ولقد أدرك مربو الحيوانات والنباتات ظاهرة توريث الصفات من جيل لآخر ولكنهم لم يكونوا على علم بكيفية عمل الچينات. فلقد اهتم مربو الكلاب باختيار أنواع الكلاب القوية والسريعة والذكية والمخلصة وذات الأرجل القصيرة ، فتم التزاوج بين الكلاب ذات الأرجل القصيرة مع كلاب ذات أرجل قصيرة ، والكلاب السريعة مع السريعة وهكذا. وبالطبع تم نقل هذه الصفات الوراثية إلى الذرية ونتجت عدة سلالات. فمنها سلالة الدشهند ذات الأرجل القصيرة التى يمكنها مطاردة الأرانب فى جحورها . وسلالة السلوقى (جريهوند) وهى من كلاب الصيد التى تستطيع أن تجرى بسرعة فائقة ، وسلالة البودل التى تلعب بمهارة وتؤدى حيلا ذكية.

وكيف بدأ ظهور كلاب ذات أرجل قصيرة ؟

السبب فى ذلك أن الچينات فى خلايا الكلاب الأخوة كانت مختلفة. فعلى الرغم من أنها جاءت من نفس الأب والأم إلا أنها حصلت على چينات مختلفة. فخلطات مختلفة من الچينات أنتجت كلابا مختلفة فى صفة طول الأرجل ومختلفة فى البقع على جلودها.

أحيانا ما تؤدى الأخطاء فى الچينات إلى إنتاج سلالات جديدة أفضل. فمن الممكن أن تحدث أخطاء بسيطة فى ترتيب النيوكليوتيدات خلال عملية نسخ الدنا، وتسمى هذه الأخطاء بالطفرات، وهى قد تسبب تغيرات فى چينات كثيرة مثل الچينات المسئولة عن إنتاج أرجل طويلة أو قصيرة، وهى صفات مفيدة ومميزة للكلاب . وإذا حدثت هذه الطفرات فى البويضة أو الحيوان المنوى فإنها سوف تنتقل إلى الذرية.



وهذا ما حدث بالفعل. فأول كلب دشهند كان نتاج طفرة أسعدت المربى فى ذلك الوقت لأن الأرجل القصيرة سمحت لهذا الكلب أن يطرد الأرانب من جحورها ليتم اصطيادها. ولهذا فإن المربى أراد إنتاج المزيد من هذا النوع.

أما بالنسبة لتربية البقر، فقد عمل المربون على تزاوج الأنواع التى تعطى كميات أكبر من اللبن والتى تتصرف بهدوء وصبر أثناء الحلب. وبالنسبة لزراعة التفاح فقد اختار المزارعون الأنواع التى تعطى تفاحا أكبر و أحلى فى الطعم لزراعتها. كما أن معظم الخضراوات الموجودة حاليا قد تم تصميم واختيار صفاتها بواسطة المزارعين أيضا. فلقد اختاروا الجزر الطويل ذا المذاق الأحلى وقرروا أن يزرعوا المزيد منه. وبهذا فعن طريق اختيار الأنواع ذات الصفات الممتازة المطلوبة ثم تزاوجها بعضها مع بعض، تمكن المزارعون أن يغيروا من چينات أنواع كثيرة من الفواكه والخضراوات فنتج عنها الأنواع الجديدة التى نشتريها ونأكلها هذه الأيام. أود أن أنبهكم إلى أن مربى الحيوانات والنباتات لم يتدخلوا فى عمل الچينات بطريقة مباشرة، وإنما اختاروا الكائنات ذات الصفات المميزة وتركوها تتناسل حتى تنتج السلالات المطلوبة.

وبالطبع فإن علماء الوراثة لا يجلسون فى مكاتبهم انتظارا لحدوث الطفرات بالصدفة. ولكنهم يحاولون البحث عن الچينات المسئولة عن صفات معينة. وفى المعامل يقوم الخبراء بعزل هذه الچينات ثم وضعها فى الدنا الخاص بحيوان أو نبات حتى يغيروا من إحدى صفات هذه الكائنات، أى أنهم يتدخلون بطريقة مباشرة فى عمل الچينات. ولهذا فإن أساليب الهندسة الوراثية الحديثة ما هى إلا طريق مختصر للوصول إلى شىء قام به الناس منذ أن بدءوا زراعة النباتات وتربية الحيوانات وهو : اختيار ونقل الچينات المفيدة إلى الذرية.

البصمات الوراثية



إن الچينات فى خلايا كل واحد منا هى التى تجعلنا يشبه بعضنا بعضا وكأننا ننتمى إلى عائلة واحدة، عائلة الإنسان الكبيرة. وفى الوقت نفسه هى التى تميز كل واحد منا عن الآخر. فمعظم الچينات فى أجسامنا لا تختلف كثيرا عن الچينات الخاصة بأخواتنا وجيراننا وجميع البشر على الأرض. كما أن چينات البشر تتشابه إلى حد كبير مع چينات الشمبانزى .

ولقد مضى وقت طويل قبل أن يتمكن علماء الوراثة من العثور على مناطق الاختلافات الدقيقة الموجودة فى الدنا والتى تجعل كل واحد منا مميزا عن غيره. ولقد استخدموا مصادر الاختلافات هذه ليميزوا بين الأفراد ويتعرفوا عليهم.

فشريط الدنا الخاص بكل واحد منا يحتوى على مناطق نادرة تميز كلا منا مثل بصمات الأصابع التى تستخدم في التعرف على شخصية كل فرد . ويستطيع باحثو الهندسة الوراثية أن يكشفوا الحجاب عن هذه البصمات الوراثية بحيث تصبح مرئية بالعين المجردة وبذلك تساعد الشرطة في الكشف عن شخصية المجرم بما لا يدع مجالاً للشك. فباستخدام أى أثر يكون المجرم قد تركه من جسده (شعرة أو قطعة من الجلد أو نقطة دم أو لعاب) يستطيع الباحثون أن يعزلوا الدنا الخاص به وأن يتعرفوا على شخصيته.



ولنأخذ مثلا على ذلك الأستاذ " فلان " المتهم بإرسال خطابات تهديد. فهو ينكر تماما قيامه بهذا العمل. ولكن مرسل الخطاب كان قد ترك بصماته الوراثية على طابع البريد . فيمكن للشرطة أن تعزل الدنا الخاص بالمتهم من اللعاب الجاف على هذا الطابع. وإذا كان الدنا موجودا بكمية قليلة فيمكن عمل نسخ عديدة من هذا الدنا لتكون هناك كمية كبيرة للتعامل معها.

وبعد الحصول على الدنا الخاص بالمتهم، يقوم رافعو البصمات الوراثية بقص هذا الدنا باستخدام إنزيمات القص ثم ترتيب قطع الدنا الناتجة من القص ،كل على حسب طوله ، فينتج من ذلك ترتيب معين من قطع الدنا ؛ ثم يقارن المخبرون هذه التشكيلة من قطع الدنا بالتشكيلات الناتجة من الدنا الخاص بالمتهمين حتى يعثروا على تشكيلة مطابقة لتلك التى وجدت على طابع البريد.





فإذا وجد أن تشكيلة دنا المهدد هى نفس تشكيلة دنا الأستاذ " فلان " ومختلفة عن التشكيلات من المتهمين الآخرين فإن الأستاذ " فلان " يكون هو الجانى بكل تأكيد.

وكيف تبدو البصمات الوراثية يا أستاذنا؟

انظروا معى على هذه الصور. يوجد على طابع البريد (إلى اليسار) البصمات الوراثية الخاصة بالمهدد الذى لعق الطابع بلعابه. كما نرى البصمات الوراثية الخاصة بالمتهمين الثلاثة (فى اليمين). الآن هل يمكن أن تخمنوا من الذى لعق طابع البريد؟

هل التدخل فى عمل الچينات أمر طبيعى ؟

ها قد وصلنا إلى نهاية المطاف وقد حان الوقت لأن نهبط إلى الأرض وأن نعود إلى أحجامنا الطبيعية لنرى ما حدث للجرح فى الإصبع. لقد أدت جميع الچينات والبروتينات واجبها فى عملية شفاء واندمال الجرح. وفى هذه الحالة فنحن لسنا بحاجة إلى مساعدة خبراء الهندسة الوراثية.

ومع ذلك فإن هناك الملايين من الناس الذين يعانون من الهيموفيليا ومئات الأمراض الوراثية الأخرى التى تنتج من النقص فى بروتينات معينة. فكل من الأطباء وخبراء الوراثة يبحثون عن الچينات التى إذا أصيبت بخطأ تسبب هذه الأمراض. وهم يعملون على أمل أن يتمكنوا من عزل هذه الچينات ووضعها فى خلايا البكتريا أو الحيوانات لدراسة خواصها وتأثيراتها ثم استخدامها كوسيلة أفضل لعلاج الأمراض.

وهل كل هذه الأساليب طبيعية؟

حسنا، هذا هو السؤال المحير. فكثير من الناس يشعرون بالقلق من التجارب التى يقوم بها خبراء الهندسة الوراثية اعتقادا منهم أن هذه الأساليب لا تتفق مع الطبيعة. ولكنى أشعر أن الطبيعى هو أن نساعد المرضى . فمرضى الهيموفيليا لهم الحق فى أن يحصلوا على العلاج المناسب. وإذا كان بإمكاننا إنتاج هذا العلاج فى البكتريا أو فى لبن النعجة . فلماذا لا ننتجه ونساعد به المرضى ؟

ولا تنسوا أن الهندسة الوراثية ليست اختراعاً قام به الخبراء ولكنهم اكتشفوا أساليب وأدوات هذا العلم فى الكائنات الحية. وتمدنا الطبيعة بأمثلة عديدة تتمثل فيها أساليب الهندسة الوراثية. فالطبيعة هى التى اخترعت نسخ الكائنات -وهو ما يحدث فى حالة التوائم المتشابهة. كما صنعت الطبيعة الفيروسات التى تنقل الچينات إلى خلايانا. واخترعت البلازميدات التى لها فائدة كبيرة فى عمل نسخ من الدنا. وبالطبع يا أصدقاء فإن الطبيعة لا تتصرف من تلقاء نفسها وكما يحلو لها ، ولكنها تسير وفقا لقوانين طبيعية ونواميس وضعها وأرسى قواعدها خالق هذا الكون سبحانه وتعالى. فهذه قوانين سرمدية تسير على نهجها أحداث هذا الكون بنظام محدد فى عالم الكائنات الحية وغير الحية.



وبما أننا نستطيع باستخدام الهندسة الوراثية أن نغير من چينات نبات الأرز حتى يصبح غذاء أفضل يحتوى على كمية أكبر من البروتين ، فما الضرر فى ذلك؟ وحتى قبل اكتشاف قوانين الوراثة ، تعلم المزارعون كيف ينتجون سلالات جديدة من النباتات والحيوانات لم توجد على وجه الأرض من قبل. وما عليكم إلا أن تتذكروا الأنواع المختلفة من التفاح ومئات الأنواع المختلفة من سلالات الكلاب التى تعرفونها. فكلها جاءت من تطبيقات علم الوراثة.

وباستخدام الطرق التقليدية يستطيع المزارعون أن يعدوا نوعاً أفضل من الأرز فى نوعيته الغذائية. وربما يستغرق هذا الأمر عشرات من السنين حتى يظهر النوع الجيد المطلوب ذو الچينات الجيدة. ولكن خبراء الهندسة الوراثية يستطيعون إنجاز هذا العمل فى فترة أقل بكثير.



وهل هناك مخاطر فى أن نأكل نباتات تحتوى على چينات جديدة؟

لا. فأى تفاح أو لحم نأكله يتكون من خلايا، والخلايا تحتوى على الچينات. وجميع قطع الدنا الموجودة فى الطعام الذى نتناوله يتم هضمها إلى مواد بسيطة لا تضر ولا تؤثر على الدنا الموجودة فى أنوية خلايا أجسامنا. فمصدر الچينات الجديدة التى نأكلها لا يهم، سواء جاءت من التوت البرى أو تم تغييرها على أيدى المزارعين بأساليب التهجين، أو جاءت بأساليب الهندسة الوراثية.

ولماذا إذن يقلق الناس من تطبيقات الهندسة الوراثية؟

السبب فى ذلك أن معظم الناس لا يعرفون إلا القليل عن الچينات. فكل ما يعرفونه أن الچينات تشكل حياتنا بطريقة أو أخرى. ولهذا فالناس يشعرون أن عملية تغيير الچينات ربما تنتج أنواعا وحشية من الكائنات أو أنواعا خطيرة من البكتريا تستخدم كأسلحة فى الحروب. فكلما جاءت البشرية باكتشافات وتطورات جديدة كانت هناك بعض المخاطرة فى إساءة استخدام هذه الاكتشافات. ولكن الطبيعة لم تعطنا فقط القدرات لنفهم علوم الوراثة وكل الأدوات اللازمة لتطبيق هذه المعرفة، ولكنها أعطتنا الذكاء كى نطبق هذه المعرفة بكل مسئولية وأمانة من أجل صالح البشرية. ومن الطبيعى أن نتحدث عما يجب أن يفعله خبراء الوراثة وما لا يجب أن يفعلوه لان نتائج أعمالهم تؤثر فى حياتنا تأثيراً كبيراً. فكلما زادت معرفتنا بالچينات تناولنا هذه الأسئلة بطريقة أفضل. و الآن لقد تعلمنا الكثير عن الچينات والهندسة الوراثية، أليس كذلك؟

ماذا تتذكر؟

توجد الجينات فى :

1 - جميع خلايا الجسم
2 - البكتريا
3 - البروتين
4 - التفاح

الإجابة الصحيحة هى 1 ، 2، 4. فجميع الكائنات الحية وأجزائها تتكون من خلايا. والخلايا تحتوى على الجينات. البروتينات لا تحتوى على چينات ولكنها تحدد بالچينات.

الچينات

1 - هى وصفات لصنع البروتينات
2 - تخزن فى نواة الخلية فى الدنا
3 - تتكون من وحدات النيوكليوتيدات
4 - هى أشياء نأكلها كل يوم

الإجابة الصحيحة هى 1 ، 2، 3 ، 4. فالچينات توجد فى خلايا الكائنات الحية، وهى تملى على الخلايا الأوامر لتسير وفقها. ونحن نأكل الچينات الموجودة فى الكائنات الأخرى مثل التفاح. ثم يتم هضم هذه الچينات تماما. أما الچينات الخاصة بنا فهى تشيد من جديد داخل الخلايا.

المحتوى الچينى اسم يدل على:

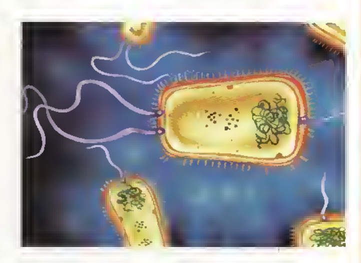
1 - سلم الدنا الذى يحتوى على الچينات
2 - مصانع البروتينات الصغيرة فى الخلية
3 - كل الچينات فى كائن ما

الإجابة الصحيحة هى 3. مثلا ، جميع الچينات البشرية تسمى المحتوى الچينى البشري. أما شكل سلم الدنا فيسمى بالحلزون المزدوج. ومصانع البروتينات فى الخلية تسمى بالريبوسومات.

التوءم المتشابه يعتبر نسخة من:

1 - أخيه أو أخته التوءم
2 - أبيه أو أمه

الإجابة الصحيحة هى 1. فالتوائم المتشابهة تملك نفس الچينات وذلك لأنهما قد نشآ من بويضة ملقحة واحدة. وتحتوى خلايا كل توءم على نسخة من المحتوى الچينى الذى كان موجودا فى الخلية الأولى.



التوءم المتشابه يعتير نسخة من:

1 - أخيه أو أخته التوءم
2 - أبيه أو أمه

الإجابة الصحيحة هى 1. فالتوائم المتشابهة تملك نفس الچينات وذلك لأنهما قد نشآ من بويضة ملقحة واحدة. وتحتوى خلايا كل توءم على نسخة من المحتوى الچينى الذى كان موجودا فى الخلية الأولى.



الإجابة الصحيحة هى 1. فالإنزيمات هى بروتينات تسمح بتفاعل المواد الكيميائية ، فى الخلايا وفى الجسم ، بعضها مع بعض بطريقة مميزة جدا. إنزيمات القص مثلا تقص الدنا فى موقع محدد. والإنزيمات الهاضمة تكسر وتحلل الطعام الذى نأكله إلى مواد بسيطة تستطيع أن تستعملها الخلايا.

تحتوى خلايا الكبد والجلد على

1 - جينات مختلفة
2 - جينات متشابهة إلى حد كبير
3 - جينات متشابهة تماما

الإجابة الصحيحة هى 3. فكل خلايا الجسم قد نشأت من خلية واحدة انقسمت كثيرا لتبنى الكائن الحى. وفى كل مرة تنقسم فيها الخلية، عليها أن تعمل نسخة جديدة من الجينات بحيث تحصل كل خلية جديدة على نسخة منها. أما اختلاف الخلايا فسببه تنشيط جينات مختلفة فى كل نوع من الخلايا. ولهذا فإننا نجد أن خلايا الكبد تصنع بروتينات تختلف عن البروتينات التى تنتجها خلايا الجلد.

يسبب الجين المعطوب المرض لنا لأن الخلية التى تحتوى على هذا الجين

1 - لا تستطيع أن تصنع البروتين السليم.
2 - ربما لا تتوقف عن الانقسام.

الإجابة الصحيحة هى 1 و 2. فالجينات هى الوصفات التى تستخدم لصنع البروتينات. وإذا لم توجد الوصفة السليمة فإن البروتين السليم لن ينتج ولن يستطيع الجسم أن يعمل فى حالة جيدة. وربما تكون البروتينات الناقصة هى بروتينات تجلط الدم أو البروتينات التى تأمر الخلايا بأن تتوقف عن الانقسام. وبلا شك إذا استمر الانقسام بدون أى ضابط فإن الخلية تنمو لتكوّن ورما.

من الممكن إنتاج البروتينات البشرية التى يحتاج المريض إليها فى

1 - خلايا الإنسان فقط
2 - خلايا الخراف والحيوانات الأخرى
3 - خلايا النباتات
4 - خلايا البكتريا

الإجابة الصحيحة هى 2 و 3 و4. فكل الخلايا على كوكبنا بما فيها البكتريا التى تتكون من خلية واحدة تعمل بنفس الطريقة تقريبا. فالخلايا تصنع البروتينات حسب تعليمات الجينات. وكل ما تحتاج إليه الخراف ونبات التبغ والبكتريا لصنع بروتين بشرى هو الجين السليم الخاص بهذا البروتين.

الحيوانات والنباتات " حاملة الجينات "

1 - تحمل جينات غريبة
2 - تنقل كل الجينات إلى ذريتها.

الإجابة الصحيحة هى 1 و2.

من الممكن الحصول على البصمات الوراثية الخاصة بشخص ما عن طريق :

1 - اللعاب
2 - الأظافر
3 - الدم

الإجابة الصحيحة هى 1 و 2. فلكى يحصل الخبراء على البصمات الوراثية لشخص ما فإنهم يحتاجون إلى الدنا الخاص به من خلاياه. والأظافر والشعر لا تتكون من خلايا ولكن من بروتين يسمى بالكيراتين. ولكن عندما يعثر المخبرون على شعر ملتصق به بعض من خلايا جذر الشعرة فإنهم يستطيعون أن يعزلوا الدنا من هذه الخلايا.

[redacted]

تعريفات مهمة

الأجسام المضادة Antibodies: بروتينات تساعد فى عملية قتل الجراثيم.

الأحماض الأمينية : Amino acids وحدات بناء البروتينات ويوجد منها عشرون نوعا .

الأمراض الوراثية : Hereditary diseases الأمراض التى تنتج من چينات غير سليمة بها أخطاء ينقلها الآباء إلى الأبناء مثل مرض الهيموفيليا.

الإنزيمات : Enzymes نوع متخصص من البروتينات تساعد فى تنشيط التفاعلات الكيميائية فى الخلية الحية

إنزيمات القص : Restriction enzymes بروتينات متخصصة تقص الدنا فى مواقع معينة ويستخدمها الخلراء لقص الچينات.

الإنسولين : Insulin بروتين تصنعه خلايا البنكرياس ليطلب من خلايا الكبد أن تسحب السكر من الدم فى حالة ارتفاعه عن الحد الطبيعي. وينقص هذا البروتين فى أجسام مرضى السكر.

البروتينات : Proteins وحدات بناء الخلايا والأدوات التى تستخدمها الخلايا فى أداء وظائفها العديدة. فالبروتينات تبنى الخلايا، والخلايا العديدة تبنى الكائن الحى . ويوجد 100 ألف نوع من البروتينات المختلفة التى تعمل بعضها مع بعض فى جسم الإنسان.

البصمات الوراثية : Genetic fingerprint ترتيب معين من النيوكليوتيدات على شريط الدنا الخاص بالفرد يميزه عن كل الأفراد الآخرين .

البكتريا : Bacteria كائنات دقيقة وحيدة الخلية أصغر من خلايا جسم الإنسان وتوجد الآلاف منها المفيد للجسم ومنها الضار ومنها أنواع عديدة تعيش على سطح جلد وأمعاء الإنسان دون أى ضرر، بينما هناك أنواع أخرى ضارة وتسبب الأمراض .

البلازميدات : Plasmids قطع من الدنا على شكل دوائر توجد فى البكتريا وتخزن عليها بعض الچينات.

البويضة : Human egg cell خلية جنسية تحتوى على 23 كروموسوماً. فلكى تنقسم البويضة وتكون جميع أنواع الخلايا المكونة للكائن الحى ، تحتاج البويضة إلى أن تتحد مع خلية حيوان منوى ليصبح عدد الكروموسومات 46 كروموسوماً.

تجلط الدم : Blood Clotting عملية تجميد للدم أو تحويلة من سائل إلى مادة صلبة فى حالة جرح أحد الأوعية الدموية .

تهجين الحيوانات والنباتات : Crossbreeding animals and plants هى الطريقة التقليدية التى اتبعت من أجل تحسين أنواع الحيوانات والنباتات. وقامت على أساس اختيار الكائنات ذات الصفات الجيدة لتتزاوج بعضها مع بعض وتعطى ذرية أفضل.

الچينات : Genes أجزاء على الحمض النووى دنا موجودة داخل النواة. وهى تحتوى على وصفات لصنع البروتينات وتتكون من عدة آلاف من الكلمات الشفرية.

خلايا الدم البيضاء : White blood cells توجد منها الأنواع المختلفة وتتحرك بصفة مستمرة فى الجسم لتصطاد الميكروبات وتدمرها.

خلايا الدم الحمراء : Red blood cells خلايا فى الدم تتخصص فى نقل الأكسچين إلى كل أنحاء الجسم.

خلية الحيوان المنوى : Human sperm cell خلية جنسية من الذكر تحتوى على 23 كروموسوما ويتحد مع البويضة ليلقحها.

الدم : Blood سائل الحياة الذى يقوم بنقل الأكسچين والمواد المغذية وغيرها إلى أعضاء الجسم كافة ثم تتخلص من السموم والفضلات . ويتكون الدم من أنواع عديدة من الخلايا .

الدنا : DNA الحمض النووى دنا، وهو عبارة عن خيوط رفيعة جدا لها شكل السلم الحلزونى وتحتوى على الچينات داخل الخلية .

الرنا الرسول : Messenger RNA جزىء يحمل نسخة من المعلومات على الچين ويأخذها إلى الريبوسومات (المصانع الخاصة بإنتاج البروتينات) .

الريبوسومات : Ribosomes جسيمات صغيرة فى الخلية تتخصص فى صنع البروتينات.

الشفرة الوراثية : Genetic code الطريقة التى تترجم بها اللغة الكيميائية فى الچينات إلى اللغة الكيميائية الخاصة بالبروتينات. فكل ثلاثة نيوكليوتيدات يناظرها حمض أمينى واحد. ولأن الشفرة الوراثية لا تختلف بين الكائنات المختلفة ، فإنه من الممكن إنتاج بروتينات بشرية فى البكتريا والنباتات ما دامت تحصل على الچين البشرى.

الصفائح الدموية : Thrombocytes قطع من خلايا تسبح فى الدم وتجعله يتجلط عند موقع الجرح.

طب البروتينات : Protein medicine الطب الحديث القائم على علاج المرضى بالبروتينات التى يحتاجون إليها والتى يتم الحصول عليها من الأشخاص الأصحاء أو من البكتريا المعدلة بأساليب الهندسة الوراثية

طب الچينات : Gene medicine علم قائم على استبدال چينات سليمة بالچينات غير السليمة .

الطفرات : Mutations تغييرات فى الچين ناتجة عن تغيير فى ترتيب النيوكليوتيدات عليه ومعظم الچينات التى تحمل طفرات هى غير سليمة ولكن البعض منها يكون مفيدا للكائن. كما أن الچينات ذات الطفرات تنتقل أحيانا إلى ذرية الكائن.

فيبرين : Fibrin نوع من البروتين الذى يكون أليافا طويلة ولزجة تتشابك بعضها مع بعض وتكون شبكة لحجز الدم المندفع من الجروح.

فيبرينوچين : Fibrinogen البروتين الأصلى الذى يتكون منه الفيبرين

الفيروسات : Viruses كائنات صغيرة جدا ولا تستطيع أن تحيا مستقلة ولكنها بمجرد دخولها فى خلية حية فإنها تغير من سلوكها ويحدث المرض بعد ذلك.

الكائنات حاملة الچينات (المهجنة) : Transgenic organisms كائنات تحمل چينات غريبة عليها وجاءت من أنواع أخرى . وعلى هذا الأساس فالخراف حاملة الچينات تستطيع أن تصنع بروتين تجلط الدم البشرى بعد أن تحصل على الچين البشرى .

الكروموسومات : Chromosomes حزمة من الدنا تحتوى على الچينات. ويوجد 23 ثنائيا من الكروموسومات فى خلايا جسم الإنسان.

المحتوى الچينى : Genome تعبير يطلق على مجموعة الچينات الخاصة بكل نوع من الكائنات. فالمحتوى الچينى للبشر يتكون من 100 ألف چين.

مرضى الهيموفيليا : Hemophiliacs مرضى ينقصهم البروتين اللازم لتجلط الدم الذى يوقف النزيف فى حالة الجرح. ويعرف هذا المرض أيضاً باسم سيولة الدم .

نسخ الكائنات الحية : Clones هى الكائنات التى تحتوى على نفس النوع من الچينات. ومثال ذلك التوائم المتشابهة كما أن خبراء الوراثة يأخذون الچينات من الحيوانات البالغة ويضعونها فى خلايا أخرى لعمل نسخ كثيرة منها .

نقل الچينات : Transferring genes النقل المتعمد لچينات غريبة إلى البكتريا أو النباتات أو الحيوانات. وتنتقل الچينات بين الكائنات فى الطبيعة ولكن بمحض الصدفة.

النواة : Nucleus مركز القيادة فى الخلية. وهو على شكل كرة فى الوسط وتحتوى على الچينات.

النيوكليوتيدات : Nucleotides وحدات بناء الدنا. وهى تكون درجات سلم الدنا الحلزونى .

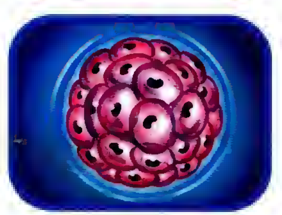
الورم : Tumor تجمع كبير من الخلايا التى تنمو بسبب وجود أخطاء فى الچينات بحيث تجعلها تصبح مجنونة وتنقسم بمعدل أسرع من الخلايا الأخرى.

كشــاف

عبقرية الچينات

المســـتكـــشـــفون الميكروسكـــوبيـــون







«**المستكشفون الميكروسكوبيون**» تصطحب قراءها من الفتيان والفتيات ـ وكذلك الكبار المهتمين بالعلوم ـ فى رحلة تعليمية مثيرة فى عالم الخلايا المجهول وما وراءه.

وحتى يمكن الاطلاع على الأشياء الدقيقة، يدخل المستكشفون الميكروسكوبيون داخل الآلة الميكروسكوبية، التى تنكمش بحيث يتضاءل حجمها وحجم من فيها : حتى يصيروا من الصغر بما يمكنهم من :

- دخول الجسم والتعرف على الخلايا.
- رؤية واستكشاف الأعضاء الداخلية ومكوناتها.
- فهم آلية جسم الإنسان، وكيف تعمل أعضاؤه لتستمر الحياة.

وقد قام بكتابة «**المستكشفون الميكروسكوبيون**» فريق مميز من أكفأ العلماء والكتّاب فى مجال الكيمياء الحيوية وكتب الأطفال التعليمية. وهى تقدم شرحًا مميزًا وجذابًا لتلك الأجهزة والعمليات العضوية التى تشكل نمو جسم الإنسان وتطوره وعمله .

فى هــذه السلسلة :

- **عالم الخلية العجيب**
- **أبطال جسمك وأشراره**
- **عالم الكروموسومات العجيب**
- **عالم الچينات العبقرية**

دار الشروق

القاهرة . 8 شارع سيبويه المصرى ـ
رابعة العدوية ـ مدينة نصر ص.ب 33 البانوراما
تليفون: 4023399 فاكس 4037567 (202)